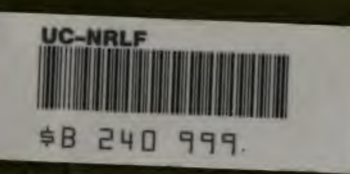


Bd. X II. Theil

Bacteriologische Diagnostik

von

K. B. LEHMANN

&

R. NEUMANN

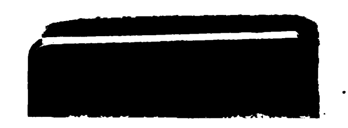
Verlag von J. F. LEHMANN in MÜNCHEN.

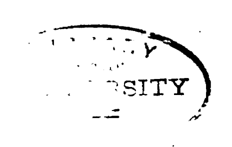
Lehmann's medicin. Handatlanten,

nebst kurzgefassten Lehrbüchern.

gemeine Verbreitung (die Bände sind in neun verschiedene Sprachen übersetzt) und die ausserordentlich anerkennende Beurteilung seitens der ersten Autoritäten sprechen am besten dafür, dass es ihr gelungen ist, ihre Idee in der That durchzuführen, und in diesen praktisch so wertvollen Bänden hohen wissenschaftlichen Gehalt mit vollkommener bildlicher Darstellung verbunden zu haben.

Von Lehmann's medicin. Handatlanten sind Uebersetzungen in dänischer, englischer, französischer, holländischer, italienischer, russischer, schwedischer, spanischer und ungarischer Sprache erschienen.





Bakteriologie

und

bakteriologische Diagnostik.

(Text.)

LEHMANN'S MEDICIN.
HANDATLANTEN.
BAND X.

Atlas und Grundriss

der

BAKTERIOLOGIE

und Lehrbuch

der

speciellen bakteriologischen Diagnostik.

Teil II: Text.

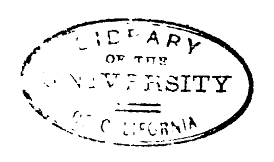
Von

Prof. Dr. K. B. Lehmann
Vorstand des hygienischen Instituts in Würzburg
und
Dr. Rudolf Neumann
Assistent am hygienischen Institut in Würzburg.

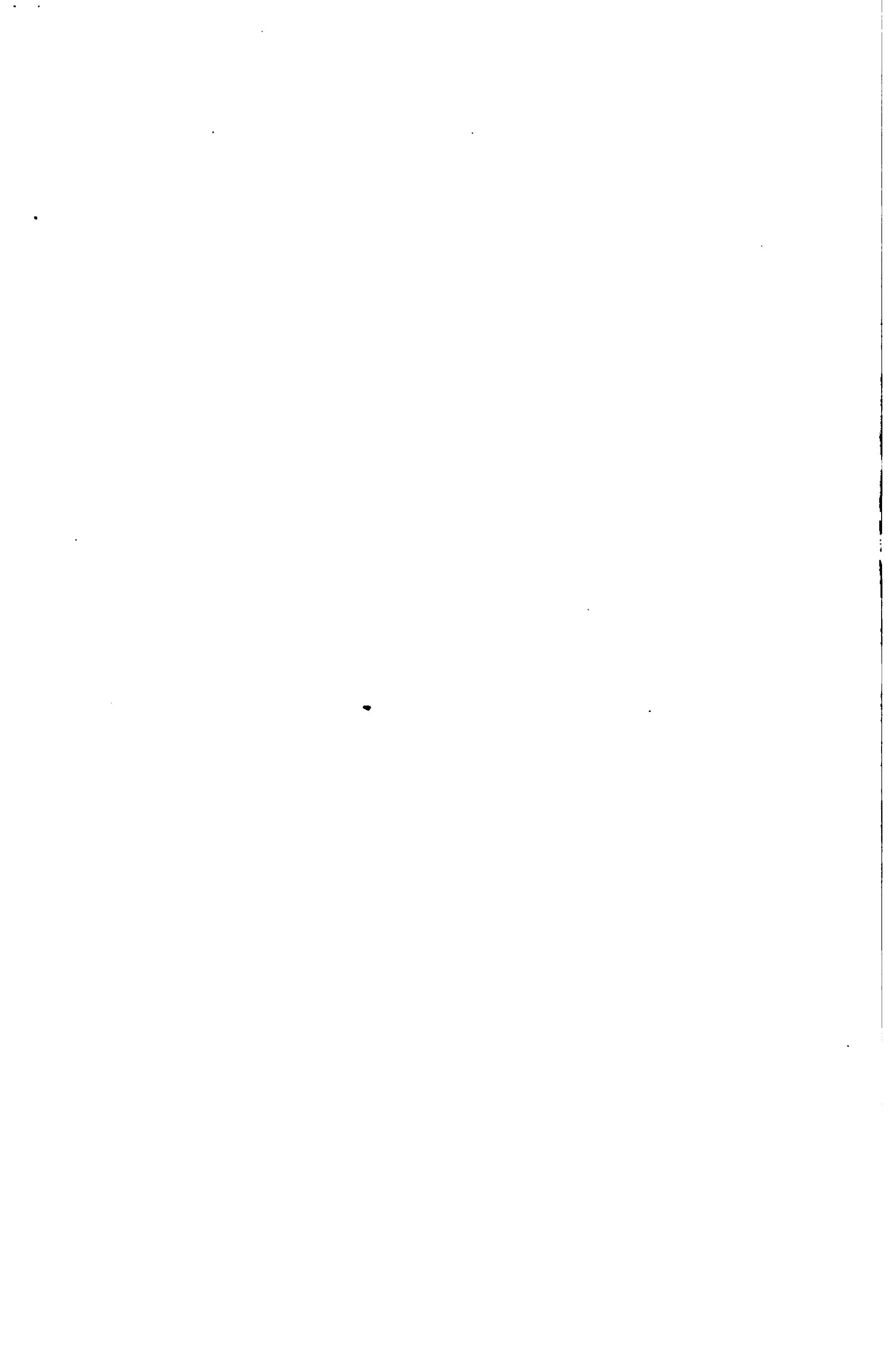


München 1896.
Verlag von J. F. Lehmann.

Lithographie und lithogr. Druck von *Fr. Reichhold,*
Satz und Druck von *Kastner & Lossen,*
Papier von *O. Heck,*
Einbände von *L. Beer,*
sämtliche in München.



Inhaltsverzeichnis des Textbandes.





Vorwort.

Ehrlich eingestandene und begründete Unsicherheit ist besser als scheinbare Sicherheit, ohne die Angabe, worauf sie sich gründet.

Seit Jahren bat mich mein Bruder, Herr Verlagsbuchhändler J. F. Lehmann in München, ich möchte ihm für seine „Medizinischen Handatlanten“ einen, die bakteriologische Diagnostik erleichternden, Atlas liefern. Nachdem ich mich lange geweigert, die gewaltige Arbeit auf mich zu nehmen, die ein derartiges Unternehmen mit sich bringen musste, veranlasste mich ein glücklicher Zufall, dem Plane im Sommer 1894 näher zu treten. Ich entdeckte nämlich an Herrn Dr. R. Neumann, der sich in meinem Institut mit Bakteriologie beschäftigte, ein solch erfreuliches Zeichen- und Maltalent, dass ich ihm vorschlug, mit mir die Arbeit zu unternehmen. Ob wir unsere Aufgabe gelöst haben, ist Sache der Kritik zu beurteilen. Mir erscheinen die von Herrn Dr. Neumann unter meiner fortwährenden Kontrole mit unendlichem Fleiss gemalten und von der Lithographie von Fr. Reichhold in München sorgfältigst reproduzierten Tafeln eine brauchbare Bereicherung unseres Unterrichtsmaterials — mit wenigen Ausnahmen dürften wohl die Reproduktionen nicht viel zu wünschen übrig lassen. Wenigstens haben wir die Genugthuung gehabt, dass sowohl uns selbst als zahlreichen in unserem Institute arbeitenden Herrn die Bilder schon von grossem Nutzen bei der Arbeit gewesen sind. Ueber die Art der Darstellung haben wir sehr viele Versuche gemacht, ehe wir die

jetzt gewählte annahmen, sie dürfte fast durchweg als zweckmässig zu bezeichnen sein.

Zur gegenwärtigen Zeit, in der mit Recht die Photographie eines ganz hervorragenden Ansehens zur objektiven Abbildung naturwissenschaftlicher, speciell bakteriologischer Objekte geniesst, wird wohl mancher mit Misstrauen einen gemalten bakteriologischen Atlas zur Hand nehmen. Wir hoffen aber, dass der unbefangene Kritiker uns zugeben wird, dass für eine Reihe von Objekten (Stich-, Strich- und Kartoffelkultur) die gute farbige Abbildung auch dem besten Photogramm überlegen bleibt, dass für eine zweite Gruppe von Bildern (namentlich die Plattenkolonien bei schwacher Vergrösserung) die Zeichnung, welche der Tiefe des Objektes allein gerecht werden kann, der Photographie wenigstens ebenbürtig ist. Gerne geben wir dagegen zu, dass für die Abbildung des Individuums bei 1000facher Vergrösserung, die Photographie die beste Methode ist, es wird aber heute kaum mehr ein Zweifel darüber bestehen, dass für die praktische bakteriologische Differentialdiagnose nur in ziemlich seltenen Fällen das Bild des Individuums von ausschlaggebender Bedeutung ist. Wir haben übrigens auch unserer Arbeit die Vorteile der photographischen Methode zugänglich zu machen gesucht, indem wir die prächtigen Photogramme des Atlas von C. Fränkel und R. Pfeiffer, sowie die sonst in der Litteratur enthaltenen Bakterienphotogramme (z. B. von Löffler, Heim, Roux etc.) stets neben unseren Präparaten mit zu Rate zogen, wenn die Einzelindividuen abgebildet werden sollten.

Die Auswahl der abzubildenden Arten war oft sehr schwer, zu unserer Freude konnten wir mit etwa 4 % Ausnahme lauter Originale im Atlas liefern, unter den im Text zur Ergänzung gebrachten Bildern sind Kopien (stets unter Angabe der Entlehnungsstelle) natürlich häufiger. Medizinisch wichtige Arten, an denen überhaupt etwas Charakteristisches zu sehen ist, dürften kaum vermisst werden, auch die tierpathogenen Arten sind fast vollständig aufgenommen; chromogene, zymogene, saprogene

Arten sind bisher unseres Wissens überhaupt nicht in diesem Umfang abgebildet — immerhin war in diesem Teil eine strenge Auswahl nötig. Wir geben zu, dass einige Arten unter den gewählten auch hätten fehlen und dafür andere aufgenommen werden können.

Der Text gliedert sich in einen allgemeinen Teil, den ich allein und in einen speciellen, den ich unter steter Mitarbeit des Herrn Dr. Neumann bearbeitet habe.

Der allgemeine Teil bringt eine gedrängte Übersicht der Haupteigenschaften der Bakterien, soweit sie praktisch wichtig und vor allem, soweit sie zur Diagnose verwertbar sind Vorausgesetzt ist dabei, dass der Leser die gewöhnlichsten Elemente der bakteriologischen Technik beherrscht, auf Wunsch des Verlegers haben wir ein ganz kurzes Verzeichnis der gebräuchlichsten Nährböden, Färbe- etc. Vorschriften als Anhang beigefügt und auf dasselbe stets hingewiesen. Ausführlicheres in dieser Richtung bringen die bekannten Werke von C. Fränkel, Günther, Hüppe und vor allem in sorgsamster Ausführlichkeit das umfassende Buch von Heim: Lehrbuch der bakteriologischen Untersuchung und Diagnostik.

Der specielle Teil versucht in möglichst natürlicher botanischer Anordnung eine ausführliche Beschreibung der wichtigen Arten zu geben unter fortwährendem Hinweis auf die weniger wichtigen, aber aus irgend einem Grunde erwähnenswerten Species. Was wir ausführlich beschreiben, haben wir — mit verschwindenden jedesmal erwähnten Ausnahmen — auch selbst eingehend untersucht[1]), von den „Nebenarten" einen sehr grossen Teil, soweit Zeit, Kraft und Gelegenheit es irgendwie erlaubten.

Je intensiver wir uns aber überzeugten, dass in deutscher Sprache ausser Flügge's trefflichen „Mikroorga-

[1]) Wäre dies von allen Herausgebern von bakteriologischen Werken auch gewissenhaft geschehen, so wäre der furchtbare Wust von ganz kritiklos aufgezählten, absolut ungenügend beschriebenen — oft unter verschiedenen Namen mehrmals erwähnten Arten wenigstens zum Teil schon heute beseitigt.

nismen“ (1886) ein Werk zum Bestimmen von Bakterien eigentlich nicht existiert, umsomehr trachteten wir all’ das im Text zu bringen, was zum genauen Erkennen bekannter wichtiger Arten, zum Nachschlagen gut beschriebener weniger wichtiger, zur Kritik schlecht beschriebener und zum Beschreiben neuer Arten etwa dienlich sein konnte.

Neue „Species“ haben wir nur sehr wenige aufgestellt, vielfach unter verschiedenen Namen beschriebene identische Arten zusammengezogen — an vielen Stellen direkt versucht einer natürlichen Systematik vorzuarbeiten. Irgend Vollständiges oder Abgeschlossenes zu bieten in der Behandlung der nicht pathogenen Arten war selbstverständlich nicht möglich. — Viele Partien haben wir sehr eingehend durchgearbeitet, in einigen anderen Gruppen vermochten wir nur die bekannteren Hauptarten zu studieren und mussten uns über die Nebenarten sehr reserviert aussprechen. — Eine übersichtliche und anschauliche Darstellung hoffen wir aber geliefert zu haben. Unsere neuen Beobachtungen und Deutungen haben wir stets als solche bezeichnet und mit Vorsicht und Zurückhaltung benützt. Ein Hauptbestreben ging dahin, die praktisch wichtigen zymogenen und namentlich pathogenen Arten nicht als isoliert dastehend zu schildern, sondern auf ihre natürlichen Verwandten hinzuweisen.

Sehr viele Untersuchungen vermochten wir nicht zum völligen Abschluss zu bringen, bis zur Zeit, wo wir das Buch beenden mussten, falls wir nicht die Nachsicht des geduldigen Verlegers allzusehr missbrauchen wollten.

Ubrigens sind wir der Meinung, dass der von uns ersehnte Ausbau der Bakteriologie, namentlich die Klärung der Fragen der Variabilität, der Verwandtschaft, der Verbreitung in und ausserhalb lebender Organismen etc., nicht von einem oder einigen, sondern nur von einer planmässigen nationalen oder besser internationalen Vereinigung von Forschern unter grossartiger Arbeitsteilung und Zusammenarbeit gelöst werden könne. Eine Aufgabe dieser Zusammenarbeit wäre es dann auch, die gegenwärtig noch vielfach beispiellos

willkürliche und unwissenschaftliche Nomenklatur der Spaltpilze zu verbessern und so zu gestalten, dass sie nicht den Spott jedes Naturforschers herausfordert. (Vergl. Einleitung zum spec. Teil.)

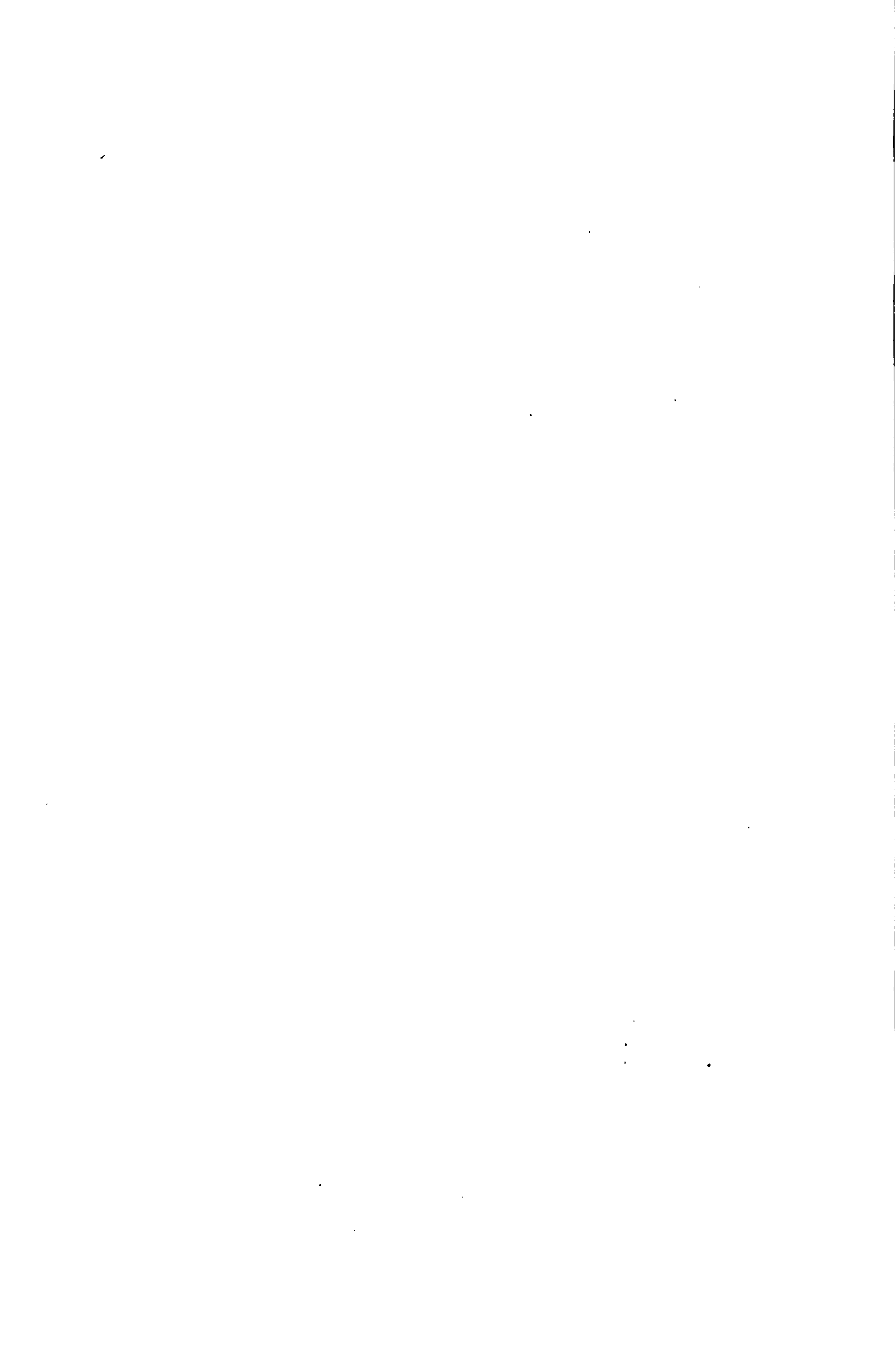
Nicht ganz selten konnten wir bestimmte Angaben einzelner angesehener Forscher bei unseren Untersuchungen nicht bestätigen, wir haben das stets ausdrücklich angegeben, überhaupt stets auf Widersprüche und Lücken offen hingewiesen, weil wir damit der Sache zu dienen hofften.

Für grosse Litteraturverzeichnisse haben wir keinen Raum gefunden, Citate nicht methodisch, sondern nur zur Erleichterung von Detailstudien gebracht und besonders, um auf neue Uebersichtsarbeiten mit zahlreichen Citaten hinzuweisen. Jeder bakteriologische Forscher wird die auch von uns stets benützten Hilfsmittel: Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde (Redakteur Uhlworm, Kassel, seit 1887), Baumgarten's Jahresbericht über die pathogenen und Koch's Jahresbericht über die zymogenen etc. Organismen nicht entbehren können, die durch ihre übersichtlichen Register in kurzer Zeit eine vollständige Litteraturübersicht liefern.

Wenn es uns gelungen ist, die Diagnose der Bakterien ein Stück zu fördern, dem Anfänger die Bestimmung zu erleichtern, den Vorgeschrittenen auf die zahlreichen zum Teil noch unerledigten und zu wenig gewürdigten Schwierigkeiten dieser Arbeit hinzuweisen — so finden wir uns für die grosse Mühe, die wir aufgewendet, belohnt. Namentlich hoffen wir für bakteriologische Kurse dem Lernenden eine bedeutende Nachhilfe zu gewähren und es ihm zu ermöglichen sich das Gesehene und Gehörte fester einzuprägen. Unsere Kritiker dürfen wir bitten, einzelne Versehen und Lücken, wie sie der riesige Stoff naturgemäss mit sich bringt, nicht zu streng zu beurteilen.

Würzburg, Ostern 1896.

Prof. Dr. K. B. Lehmann.



Verzeichnis der Abkürzungen.

In Citaten bedeutet:

A. H. = Archiv für Hygiene. München. Oldenbourg seit 1883.

A. G. A. = Arbeiten aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt. Berlin. Springer seit 1885.

A. K. = Arbeiten aus dem bakteriologischen Institut der techn. Hochschule zu Karlsruhe. Herausgegeben von Prof. Dr. L. Klein und Prof. Dr. W. Migula, seit 1894.

A. P. = Annales de l'Institut Pasteur. Paris. Masson seit 1887.

C. B. = Centralblatt für Bakteriologie u. Parasitenkunde. Jena. Fischer. Seit 1894 zerfällt diese Publikation in 2 Teile.

C. B. I. Teil, den medizinisch-hygienischen Fragen gewidmet.

C. B. II. Teil, für die zymotechnischen, landwirtschaftlichen, phytopathologischen Studien.

Z. H. = Zeitschrift für Hygiene. Leipzig. Veit seit 1886.

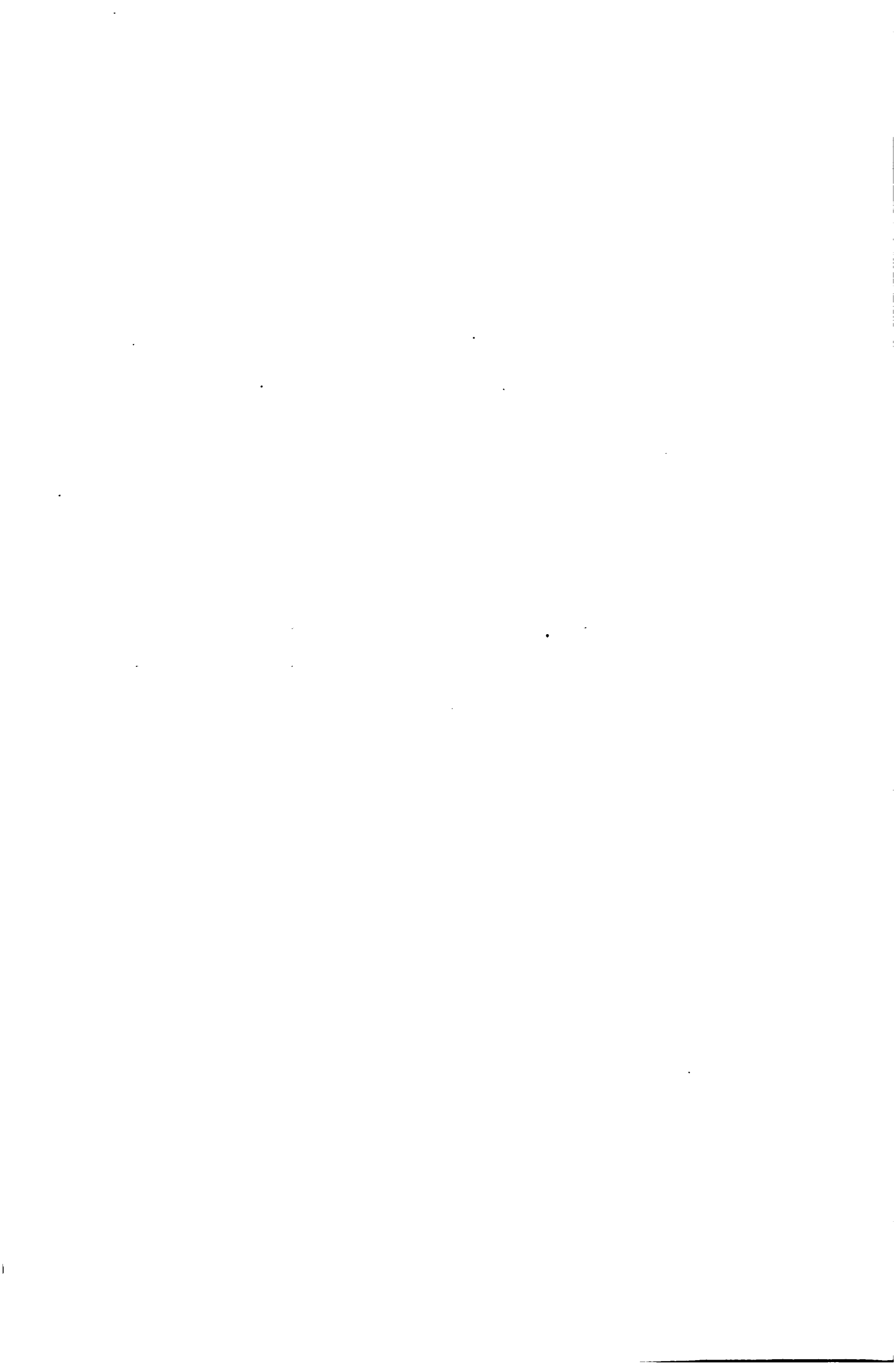
Flügge = Flügge: Die Mikroorganismen. II. Auflage. Leipzig 1886.

Kitt, B., K. = Kitt: Bakterienkunde für Tierärzte. II. Auflage Wien 1893.

Zimmermann I resp. II = O. E. R. Zimmermann: Die Bakterien unserer Trink- und Nutzwässer. Chemnitz. I. Teil 1890. II. Teil 1894.

I. TEIL.

Allgemeine Bakteriologie.



A. Einführung in die Morphologie der Spaltpilze.

Unter **Bakterien (Spaltpilzen, Schizomyceten** Nägeli) verstehen wir eine sehr grosse, morphologisch sehr einfache und einförmige, biologisch aber ausserordentlich differenzierte Gruppe niederster pflanzlicher Organismen, die sowohl mit den niedersten Algen (Phycochromaceen) als den niedersten Pilzen derart durch Zwischenformen verbunden sind, dass eine strenge Abgrenzung durch eine scharfe Definition schwierig erscheint. Auch mit den einfachsten Flagellaten, die meist als Tiere aufgefasst werden, haben verschiedene Bakterien grosse Ähnlichkeit.[1])

Erschwert wird eine Definition noch besonders dadurch, dass botanische Studien über Spaltpilze verhältnismässig spärlich vorliegen, und dass wir über verschiedene Einzelheiten im Bau der Spaltpilze (Verzweigungen, isoliert färbbare Anteile) noch sehr unvollständig unter richtet sind.[2])

Folgende Definition dürfte den praktischen Bedürfnissen der angewandten Bakteriologie genügen:

Kleine (fast[3]) stets chlorophyllfreie unver-

---

[1]) Vgl. Bütschli in Bronn's Klassen des Tierreiches. Bd. I, Abt. II Mastigophora.

[2]) Dazu kommt, dass nach Brefeld's mykologischen Untersuchungen Bd. VIII p. 274 im Entwickelungsgang höherer Pilze Formen auftreten, die sich viele Generationen hintereinander täuschend wie Bakterien verhalten. Es ist also die Möglichkeit stets zuzugeben, dass auch von unseren Bakterienarten eine Anzahl keine „Species"berechtigung besitzen, sondern in Formenkreise anderer Pilze hineingehören.

[3]) Praktisch wichtige Bakterien mit Chlorophyll kennt man bisher nicht. Doch wird man wohl z. B. J. Frenzel's grünen Kaul-

zweigte[1]) Zellen (Dickendurchmesser fast nie über 2, äusserst selten 3 — 5 μ) von Kugel-, Stäbchen-, Faden- oder Schraubenform, ohne andere Organe als etwa zur Bewegung dienende Geisseln. Vegetative Vermehrung durch Querteilung, sehr selten Längsteilung. Eine Reihe von Arten bildet endogene rundliche Dauersporen, bei anderen sind conidienartige Abschnürungen (Arthrosporen) beobachtet oder behauptet. Noch andere Fortpflanzungsweisen sind zur Zeit nicht bekannt.

Die Schizomyceten treten, soviel wir bisher wissen, bloss in beifolgend abgebildeten **Formen** auf, die von H. Buchner zuerst vollständig benannt sind:

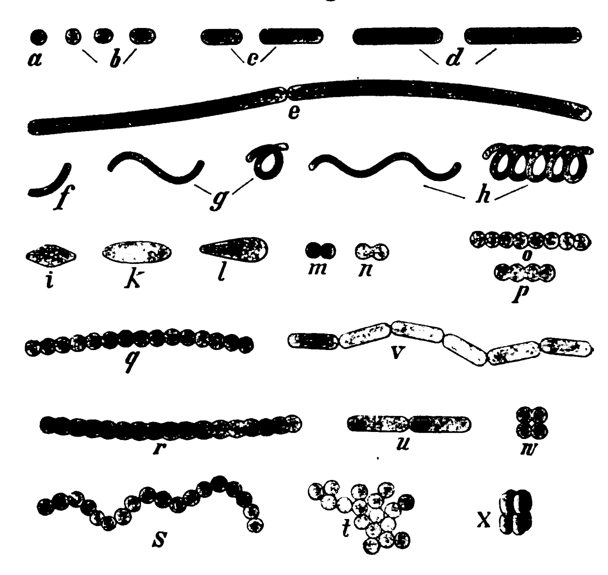


Fig. 1.
Formen der Bakterien nach Buchner.

quappenbacillus als Schizomyceten anerkennen müssen. (Z. H. XI 207.) Zweifelhafter erscheint die Zugehörigkeit von Dangeard's Eubacillus multisporus zu den Spaltpilzen (C. B. X. 745). — L. Klein beschrieb farblose Arten mit blaugrünen Sporen (C. B. VII. 440.)

[1]) Ueber unser Wissen von verzweigten Spaltpilzen vgl. pag. 13 u. 14.

Einzelwuchsformen:

Kugelform *(a)* — nicht Coccus!

Ovalform *(b)* Längsdurchmesser höchstens das 2fache des Querdurchmessers.

Kurzstäbchen *(c)* Längsdurchmesser = 2 bis 4 × Querdurchmesser.

Langstäbchen *(d)* Längsdurchmesser = 4 bis 8 × Querdurchmesser.

Fadenform *(e)*.

Halbschraube = Komma *(f)* ein sehr kurzer Schraubenabschnitt bis höchstens zu einem halben Schraubenumgang.

Kurzschraube *(g)* ein kurzer Schraubenumgang.

Langschraube = Spiralform (*h*). Alle Schraubenformen können entweder mit steilen oder mit flachen Schraubengängen auftreten.

Spindelform *(i)*.

Ovalstäbchen *(k)* unterscheidet sich von der Spindelform durch geringere Verjüngung der Enden, von der Ovalform durch die grössere Länge = 2 bis 4 × Querdurchmesser.

Keulenform *(l)*.

Wuchsverbände:

Doppelkugel *(m)* bei bloss angedeuteter Trennung: Semmelform (= Biskuitform) *(n)*.

Kugelreihe *(o)* bis zu 8 Kugeln; bei bloss angedeuteter Trennung: Torulaform *(p)*.

Kugelfaden *(q)* oder, wenn gekrümmt: Rosenkranzform *(s)*; bei bloss angedeuteter Trennung: toruloser Faden *(r)*.

Traubenform *(t)*. Doppelstäbchen *(u)*. Gliederfaden (*v*).

Tetradenform (*w*) flächenhafter Verband von 4, 8, 16 u. s. f. Zellen.

Würfelform (*x*) körperlicher Verband von 8, 32 u. s. f. Zellen.

Astbildung (Dichotomie) d. h. Hervorsprossen eines Seitentriebes war bis vor kurzem bei Spaltpilzen un-

bekannt und ist jedenfalls selten. Heute ist es beim Tuberkel- und Diphtherie- und Rotzbacillus sicher nachgewiesen (vgl. Tafel 48 Fig. VIII), womit einstweilen diese beiden Arten eine Stellung zwischen den eigentlichen Bacteriaceen und den Hyphomyceten oder Fadenpilzen einnehmen.

Etwas anders ist die **Pseudodichotomie** aufzufassen, die nach Babès (Z. H. XX. 412) nicht eben selten bei den typischsten Spaltpilzen vorkommt und darin besteht, dass entweder das untere Glied eines Fadens am oberen seitlich vorbei wächst, oder dass bei einer Kokkenreihe eine Teilung eines Coccus parallel der Fadenrichtung plötzlich einen zweiten Fadenanfang schafft.

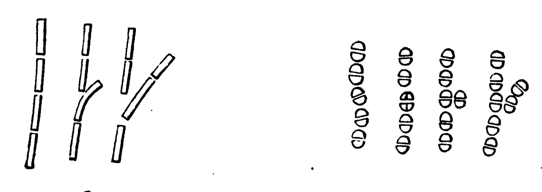


Fig. 2. Pseudodichotomie.
a. bei Bacillen. b. bei Streptokokken.

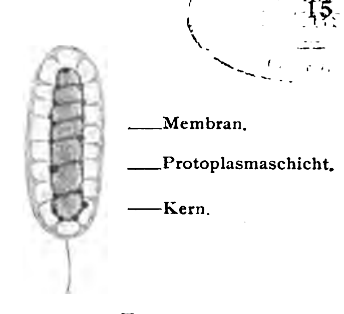
Ueber die **Struktur der Bakterienzelle** ist neuerdings viel geschrieben worden. Wir müssen uns auf ein Referat beschränken:

Nach Bütschli (Über den Bau der Bakterien etc. Heidelberg, Winter. 1890) (Fig. 3) bestände die Bakterienzelle aus einer Membran, einer schlecht mit Haematoxylin färbbaren, oft sehr dünnen, ja oft nur an den Enden vorhandenen Plasmaschicht und aus einem grossen mit Haematoxylin besser färbbaren **Centralkörper (Kern).** Letzterer zeigt deutlich, erstere nicht stets deutlich wabige Struktur. Zwischen den mit Haematoxylin blau gefärbten Wabennetzen liegen im Centralkörper zahlreiche sich mit Haematoxylin rot färbende Körner.

Aehnlich fasste schon früher (C. B. IV. 705) Schottelius die Bakterienstruktur auf: Der Bacillus anthracis besteht nach ihm aus einem schmalen mit sehr verdünntem wässerigem Fuchsin schwarzrot färbbaren Kernfaden und einem schwächer färbbaren Protoplasmaleib. Diese beiden Gebilde zusammen stellen den Bacillus in der gewöhnlichen Auffassung dar; umschlossen sind sie noch von einer schwer Farbe annehmenden Membran (vgl. pag. 17).

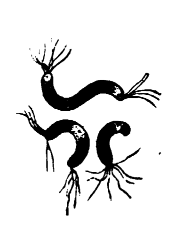


Figur 4.
Bacillus oxalaticus Migula.
(Nach Migula.)



Figur 3.
Chromatium Okenii Ehrbg.
(Nach Bütschli.)

Sehr einfach und wesentlich anders liegen die Verhältnisse nach Alfred Fischer[1]) (Fig. 4): Der Spaltpilz besteht aus einer Zellmembran, einem Protoplasmaschlauch und einer **centralen Flüssigkeit**, von einem **Kern** ist bisher **nichts bekannt.** In Salzlösungen (Kochsalz, Salpeter etc.) tritt, um so rascher je konzentrierter sie sind, durch Wasserentziehung eine „**Plasmolyse**" d. h. eine Schrumpfung des Protoplasmaschlauchs unter teilweiser Ablösung von der Zellwand ein[2]), so erklären sich zahlreiche helle Lücken, die bei der Anfertigung eines gewöhnlichen Deckglaspräparates in vielen Bacillen entstehen (z. B. B. typhi), und welche früher oft für



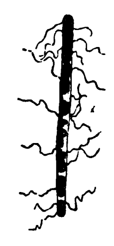




Fig. 4a.
Plasmolyse nach A. Fischer.
a) Spirillum undula. b) Bacterium Solmsii. c) Vibrio cholerae.

[1]) Untersuchungen über Bakterien 1894. Berlin. Separatabdruck aus den Jahrbüchern für wissenschaftl. Botanik. XXVII. Heft 1.

[2]) Es genügt häufig schon das Eintrocknen am Deckglas um Bilder von Plasmolyse zu erhalten.

Sporen gehalten wurden. Vergl. Fig. 4a. b. c.) In Wasser gleicht sich diese Schrumpfung rasch aus, ebenso bei langem Einwirken der Salzlösung.

Genau zur gleichen Ansicht kommt Migula,[1]) gleichzeitig und unabhängig von A. Fischer an dem sehr grossen Bacillus oxalaticus einer sporenbildenden Art aus der Verwandtschaft des Heubacillus. Namentlich betont er, dass es ihm nie gelungen sei, den „Centralkörper“ dunkler zu färben als das Protoplasma. Besonders lasse sich an dem aus der Zellmembran ausgequetschten Protoplasmaschlauch der centrale Flüssigkeitsraum dadurch deutlich machen, dass er in Wasser entziehenden Medien kleiner, im Wasser grösser werde.

Im Inneren der Bakterienzelle findet man bei sehr vielen Arten nach geeigneter Färbung eigentümliche **Körnchen,** die der erste Entdecker derselben Babès mit dem nichts praejudicierenden Namen **metachromatische** (d h. sich anders als der Spaltpilzleib färbende) **Körperchen** belegt hat, während der erste genaue Untersucher derselben Ernst, sie als Kerne oder **sporogene** Körner bezeichnete.

Indem ich für die controversenreiche Litteratur auf Babès (Z. H. XX. 412) verweise, teile ich nur die sehr verlockende klare Ansicht des neuesten Bearbeiters der Frage, R. Bunge, mit. — Bunge (Fort. der Med. XIII. 1895) unterscheidet:

1) Ernst'sche Körnchen. Sie färben sich mit erwärmtem Löffler'schen Methylenblau und Differenzieren mit Bismarckbraunlösung schwarzblau, verschwinden aber beim Aufkochen. Diese Körnchen fehlen manchen sporentragenden Arten (Milzbrand, Megatherium) ganz, bei anderen lässt sich nachweisen, dass sie mit Sporen nichts zu thun haben — es sind also Zellgranula unbekannten Ranges.

2) Sporenvorstufen (Bunge'sche Körnchen). Kleine, meist in Mehrzahl in der sporulierenden Zelle vorkommende Körnchen, färben sich nicht nach Ernst, dagegen in kochender Löffler'scher Lösung. Am besten lassen sie sich nach Vorbehandlung der ausgetrockneten Präparate mit Chromsäure, Natriumhyperoxyd oder Wasserstoffhyperoxyd nach der gewöhnlichen Sporenfärbung darstellen. (Siehe technischer Anhang.) Die fertige Spore entsteht durch Vereinigung mehrerer kleiner Vorstufen.

Die Controversen erklärt Bunge durch vielfache Verwechselung der beiden verschiedenen Körnchenarten.

Ueber die **Zellmembran** ist speciell zu berichten,

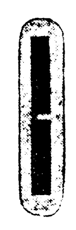
---

[1]) Migula: Arbeiten aus dem bakt. Institut in Karlsruhe, herausgegeben von Prof. Dr. L. Klein und Prof. Dr. W. Migula. Bd. 1. Heft 1. 1894.

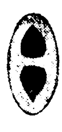
dass sie nach aussen oft nicht scharf begrenzt, etwas gequollen erscheint. Bei manchen Bakterienarten („**Kapselbakterien**“ der Autoren) ist die Verdickung der Membran oder der äusseren Membranschichten so stark, dass der Spaltpilz von einer förmlichen **Schleimhülle** oder **Kapsel** umhüllt erscheint, die sich durch geringe Färbbarkeit mit Anilinfarbstoffen auszeichnet. Interessant ist, dass alle



Bacterium pneumoniae (Friedländer.)



Bacillus anthracis (Cohn.)



Streptococcus lanceolatus (Gamal.).

Fig. 5. Kapselbildung (schematisch).

diese Kapselträger ihre Hülle nur bilden, wenn sie entweder im Tierkörper oder auf ganz speciellen Nährböden gewachsen sind wie: Flüssiges Blutserum, Bronchialschleim, nach Paulsen auch auf Milch.[1]) Auf Gelatine, Agar und Kartoffeln gezüchtet, zeigt sich nichts von diesen Hüllen. Vergl. im spec. Teil auch Streptoc. involutus u. Streptoc. mesenterioides.

Eigentümlich einseitige Verdickungen oder Verquellungen der Bakterienmembran zeigt Bact. pediculatum, der

[1]) Ob die exquisite Kapselbildung auf diesen Nährböden stets eintritt, scheint nicht festgestellt. — Neuerdings machen übrigens verschiedene Autoren darauf aufmerksam, dass man **hüllenartige Bildungen in weitem Umfang** im Bakterienreiche konstatieren könne: Johne hat für den Milzbrand eine Methode angegeben (vergl. Technischer Anhang), nach der sie leicht sichtbar gemacht werden kann, auch an B. megatherium, oxalaticus etc. erhält man auf diese Weise deutliche Kapseln. Babès hat Hüllen bei Streptococcus pyogenes abgebildet — wir haben selbst ähnliches bei vielen Bakterien gelegentlich gesehen.

Bakterienmassen, die durch Quellen der Hüllen (oft Absterbeerscheinung) zu schleimigen Klumpen verbunden sind, bezeichnet man als „**Zoogloea**“.

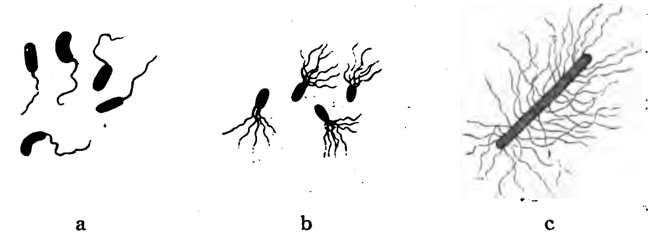
als ein seltener Erreger der „Froschlaichkrankheit“ der Zuckerfabriken beschrieben ist (Fig. 6.)



Fig. 6. Bact. pediculatum. (Nach Koch und Hosäus.)

Ueber besonders auffallende Membranverdickungen um die Enden der **Fäden (Kolbenbildung)** bei Hyphomyceten und ihnen nahestehenden Spaltpilzen vergl. Anhang I Hyphomyceten.

Die Aussenfläche der Bakterien ist bei den kugeligen Formen fast stets, bei den Kurzstäbchen häufig glatt ohne Anhänge, bei den längeren Stäbchen und Schraubenformen aber meist mit einzelnen oder zahlreichen dünnen **Geisseln** versehen. Dieselben sind bald über den ganzen Leib des Spaltpilzes verteilt, bald bilden sie nur einen Büschel an einem Pol, bald findet sich nur eine einzelne polare Geissel vor. Kurz vor der Teilung zeigen Spaltpilze mit polarer Geisselstellung an jedem Pol eine, resp. ein Büschel von Geisseln. Wie A. Fischer ausführlich nachwies, sind die Geisseln keine den einziehbaren und ausstreckbaren Pseudopodien ähnliche Bildungen, sondern wirkliche, durch Auswachsen entstehende haarartige Bildungen. Zur Färbung der Geisseln ist es notwendig, die Spaltpilze mit besonders stark färbenden Mitteln zu behandeln, dabei färbt sich die bei den gewöhnlichen Färbungen farblos bleibende Hülle der Spaltpilze mit und letztere erscheinen dadurch sehr viel dicker. Gelegentlich bleiben allerdings breitere Schichten der Hülle ungefärbt und die Geisseln sitzen dann, durch eine farblose Zone vom Bacillus getrennt, auf einem schmalen, ringförmigen Hofe auf. (Zettnow, von Stöcklin, A. Fischer). Leider führen sehr viele bei der Färbung anzuwendende Proceduren sofort zu einem Abwerfen und Degenerieren der Geisseln, sodass ihre tadellose Darstellung oft eine schwere Aufgabe ist. (S. Technischer Anhang). Die folgende Abbildung giebt einen schematischen Ueberblick über die 3 Typen der Ausrüstung der Bakterien mit Geisseln. Viele Einzelbilder finden sich im Atlas.



a	b	c

Fig 7. Geisseltypen.

a) Vibria cholerae	b) Bact. syncyaneum.	c) Bact. vulgare.
Eine endständige Geissel **Monotricher Typus.**	Ein endständiges, selten seitenständiges Geisselbüschel. **Lophotricher Typus.**	Geisseln ringsum angeordnet. **Peritricher Typus.**

In den Kulturen geisselreicher Bakterien kommt es, wie Löffler zuerst beobachtete, zuweilen zur Bildung eigentümlich zopfartiger Gebilde aus abgefallenen oder abgestossenen, in einander verflochtenen Geisseln, vgl. tab. 47, Fig. II.

Die Fähigkeit der Geisselbildung kann vollkommen für Generationen — ob für immer wissen wir nicht — verloren gehen. Vergl. Micr. agilis, Sarcina mobilis. (Lehmann u. Neumann.)

Die **gewöhnliche vegetative Vermehrung der Spaltpilze** geschieht durch quere Einschnürung in der Mitte der vorher wenig (Kugelbakterien) oder beträchtlich in die Länge gewachsenen Bakterienzelle. In der Regel lösen sich nach der Teilung die Mikroorganismen bald von einander, es kommt aber auch das Gegenteil in allen Bakteriengruppen vor, wodurch z. B. Kugel- oder Stäbchenketten entstehen. Unter bestimmten Ernährungsbedingungen kommt es bei den Bacteriaceen, Vibrionen und höheren Spaltpilzen zur Ausbildung echter längerer Fäden, — die allerdings nachträglich wieder in Glieder zerfallen können. Nach allen neueren Darstellungen ginge die Teilung der Zelle von der wandständigen Protoplasmaschicht aus, der centrale „Kern“ oder „Hohl-

raum“ würde dabei passiv zerlegt, erst sekundär beteiligt sich die Zellmembran. Es spricht dies offenbar gegen die Bedeutung des Centralkörpers als Kern, denn stets geht sonst die Kernteilung der Zellteilung voraus.

Ist Längenwachstum mit Querteilung die Regel für das Heer der Bakterien, so kommt doch bei gewissen Gattungen z. B. Sarcina ein regelmässiger Wechsel der Teilung nach den 3 Hauptebenen vor, und wenigstens gelegentliche Teilung nach 2 senkrecht aufeinander stehenden Ebenen ist bei sehr verschiedenen Spaltpilzen beobachtet z. B. bei Streptokokken, wodurch dann 4 teilige Zellen und Gabelung der Kette entstehen kann. (Vgl. Fig. 2)

Eine Längsspaltung von Stäbchenformen ist selten aber unzweifelhaft beobachtet (Babès Z. H. XX), sternförmige Spaltungen hat Metschnikoff bei einem „Pasteuria“ genannten sporentragenden Organismus beobachtet, der aber kaum mehr unter die Bakterien im engeren Sinne gehört.

Von der gewöhnlichen vegetativen Vermehrung ist die durch **Sporenbildung** zu unterscheiden. Man kennt heute 1) **Endosporen,** stark lichtbrechende im Innern der Zelle entstehende ovale oder rundliche Gebilde, denen in der Regel eine sehr beträchtliche Widerstandskraft gegen Schädlichkeiten (Hitze, Trockenheit, Chemikalien) zukommt und 2) **Arthrosporen** (De Bary, Hüppe) d h. sprossartige Abschnürung eines Endes der Zelle. Auch diesen Gliedersporen (Fig. 8) soll eine vermehrte Resistenz eigen sein. *Da aber die neueren Untersuchungen von der Bildung von thatsächlich mit grösserer Resistenz ausgestatteten Arthrosporen nichts absolut Einwandfreies nachgewiesen haben, so ist die schwierige Arthrosporenfrage, so wichtig sie ist, einstweilen noch offen.*

Fig. 8. Arthrosporen des Vibrio cholerae nach Hüppe.

Vgl. hierüber im spec. Teile namentlich Streptococcus pyogenes und Vibrio cholerae.

Im folgenden sollen unter **Sporen** stets nur **endogen entstandene Dauerformen** verstanden sein.

Die Entstehung der **Endosporen** verläuft bei den einzelnen Arten nicht ganz gleich, doch ähnlich. Zur Untersuchung einer bestimmten Art auf Sporenbildung bedient man sich in der Regel der Agarstrich- oder Kartoffelkulturen, die man bei einer dem Optimum der betreffenden Art naheliegenden Temperatur hält. Nach 12, 18, 24, 30, 36 ^{h} untersucht man kleine Proben der Strichkultur erst ungefärbt in Wasser bei enger Blende, und wenn man rundliche oder ovale stark lichtbrechende Sporen gefunden zu haben glaubt, nimmt man nach Neisser oder Hauser (vergl. Technischer Anhang) die **Sporenfärbung** vor. Zur genaueren Verfolgung der Sporenbildung ist es am besten, spärliche Bacillen in einen hängenden Tropfen Gelatine oder Agar zu bringen und — ev. unter Zuhilfenahme von Wärmvorrichtungen, oder im gut geheizten Zimmer — bestimmte Individuen fortlaufend zu beobachten und zu zeichnen.

Bewegliche Arten kommen (nach A. Fischer) stets zur Ruhe vor der Sporenbildung, jedoch ohne ihre Geisseln abzuwerfen, manche Arten wachsen erst zu längeren, anfangs ungegliederten Fäden aus. Zu letzteren gehört der Milzbrand, dessen Sporenbildung hier als Paradigma dienen soll. (Vergl. Tafel 40 Fig. VI u. III.)

Es beginnt in den bisher homogenen Bakterien eine zarte staubige Trübung, dann erscheinen nach Bunge statt der feinsten Stäubchen eine kleinere Zahl etwas gröberer Körnchen, die unter sich verschmelzen bis in regelmässigen Abständen kleine rundliche Sporen liegen, (40.VI) die allmählich zu den ovalen stark lichtbrechenden reifen Sporen werden. (40. III.)

Wenn die Sporenbildung vollendet ist, erkennt man im Spaltpilzfaden zwischen zwei Sporen eine zarte Scheidewand. (40. IV.) Nicht alle Glieder, die sich durch die Bildung von kugeligen Vorstufen von Sporen zur Sporenbildung angeschickt haben, reifen die Sporen aus, ja

manche Rassen verileren durch gewisse Kulturbedingungen allmählich dauernd **die Eigenschaft der Bildung reifer Sporen**, nur physiologisch wertlose Vorstufen werden gebildet. (Roux, K. B. Lehmann).

Ganz anders ist nach Lud. Klein (C. B. VII. 440) die Sporenbildung bei 5 von ihm entdeckten und studierten (leider nicht rein gezüchteten) meist beweglichen anaëroben Bacillenarten aus Sumpfwasser. (Bacillus De Baryanus, Solmsii, Peroniella, macrosporus, limosus), bei denen Folgendes zu beobachten ist: Ohne dass die Bewegung des Bacillus zur Ruhe kommt, bläht sich das eine Bacillenende etwas auf, wird schwach grünlich. Jetzt kontrahiert sich der gesamte Inhalt der aufgetriebenen Stelle zu einer glänzenden Spore von bläulich-grüner Farbe und starkem Glanze.

Die **fertigen Sporen** stellen sich bei den wichtigsten Arten folgendermassen dar (Fig. 9):

1) Die Spore liegt im Innern einer nichtaufgetriebenen kurzen Bakterienzelle. (a).

2) Die Spore liegt im Innern einer nichtaufgetriebenen kurzen Bakterienzelle, die aber nur ein Glied eines langen Fadens bildet. (b).

3) Die Spore liegt im Innern einer in ihrer Mitte aufgetriebenen, spindelförmig gewordenen Bakterienzelle. (d).

4) Die Spore liegt am Ende einer nichtaufgetriebenen kurzen Bakterienzelle, scheinbar weit aus derselben hervorragend (Köpfchensporen). (c).

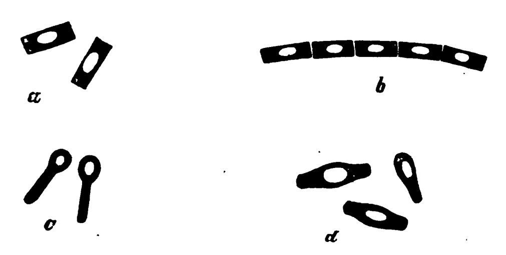


Fig. 9. Sporentypen,

Die **Auskeimung** der Sporen ist noch wenig untersucht, fast stets werden sie vor der Auskeimung durch Zerreissen des Fadens, in dem sie entstanden, frei. Ein Auswachsen der Sporen im Bacillus quer auf die Faden-

richtung ist selten beobachtet. (Vgl. Sorokin C. B. I. 465.)

Beifolgende Abbildung veranschaulicht die Auskeimung einiger nahe verwandter Arten, die L. Klein studierte.

Die Untersuchung geschieht im hängenden Gelatine oder Agartropfen. Dieselbe dürfte noch sehr wertvolles Material für die Differentialdiagnose liefern, da sie in ihren Einzelheiten ziemlich verschieden scheint.

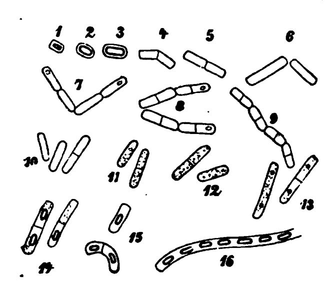


Fig. 10. Sporenentwickelung nach L. Klein.

a) Bacill. leptosporus. L. Klein.

1 — 3. Die quellende Spore.
4. Aus der Spore wird ohne scharfen Uebergang der Bacillus.
5—10. Weiteres Wachstum.
11—16. Sporenbildung.

b) Bacillus sessilis. L. Klein.

1—4. Die Spore quillt.
5. Die Spore entsendet an einem Pol das Stäbchen, sie bleibt als leere Hülle zurück.
6—8. Weiteres Wachstum.
9—13. Sporenbildung.

1) Bacillus anthracis (Milzbrand). Die Spore quillt, ihr Lichtbrechungsvermögen nimmt ab, ihre scharf konturierte Membran wird undeutlich, und ohne scharfen Uebergang wird aus der Spore die junge Bakterienzelle, die sich dann streckt und weiter teilt.

Aehnlich verhält sich der von L. Klein (C. B. VI. 377) beschriebene Bacillus leptosporus Klein, der sich durch schmale fast viereckige Sporen auszeichnet. (Fig. 10 a.)

2) Bacillus subtilis Cohn. Die Membran der quellenden Sporen reisst am Aequator auf, an dem austretenden jungen Stäbchen haftet nicht selten die derbwandige Sporenhülle noch, wenn es schon zu einem längeren Faden gewachsen ist.

3) Bacillus sessilis Klein. Die Spore quillt stark, reisst dann an einem Pol, und es wächst aus der Sporenhülle ein unbeweglicher Faden, dem noch sehr lange die gelbgrünliche kontrahierte Sporenmembran aufsitzt. (Fig. 10 b.)

In älteren Bakterienkulturen finden sich fast stets abgestorbene, oft äusserst fremdartig geformte Bakterienzellen (**Involutions-Degenerationsformen**), von denen Taf. 40 Fig. V und Taf 53 Fig. VI einen Begriff gibt. Diese verquollenen, verbogenen, vielfach ganz unkenntlichen Formen färben sich schlecht mit den gewöhnlichen Mitteln. Der Anfänger wird Involutionsformen vielfach für Verunreinigung halten, — Anlegen von Plattenkulturen klärt rasch auf, ob eine oder mehrere Bakterienformen vorliegen.

B. Die chemische Zusammensetzung der Bakterien.

Qualitativ betrachtet, besteht der **Bakterienleib** grossenteils aus: **Wasser**, **Salzen** und **Eiweisskörpern**[1]), in geringerer Menge sind in Alkohol lösliche **Extraktivstoffe** und andere in Aether lösliche Körper vorhanden (Trioleïn, Tripalmitin, Tristearin, Lecithin, Cholestearin.) In keiner Bakterienart konnte E. Cramer Traubenzucker finden, manche Arten (Bacillus butyricus, Leptothrixarten) schliessen **stärkeähnliche** mit Jod sich bläuende **Massen** ein. Eigentliche echte **Cellulose** ist von Dreyfuss in B. subtilis und einem dem B. coli nahestehenden Organismus gefunden, auch das B. tuberculosis bildet im Tierkörper Cellulose. Aus Kulturen des B. tuberculosis und eines dem B. pneumoniae Fried. nahestehenden „Kapselbacillus aus Wasser" war dagegen keine Cellulose zu gewinnen, dagegen ist die reichliche Anwesenheit eines schleimigen der **Hemicellulose** nahestehenden Kohlenhydrats $C_6 H_{10} O_5$ in ihnen nachzuweisen. (Vergl. über Litteratur Nishimura A. H. XVIII. 318 und XXI. 52.) — Den Schleim von Leuconostoc mesenterioides hat Scheibler (Chem. Centralbl. XI 181) als ein Kohlehydrat $C_6 H_{10} O_5$ Dextran nachgewiesen. Kramer hat aus den Hüllen des Bac. viscosus sacchari ein anderes ähnliches dargestellt. Nuclëin ist bisher in Substanz nicht dargestellt, von Nuclëinbasen dagegen **Xanthin, Guanin, Adenin** in ziem-

lichen Mengen. Eine Gruppe von Spaltpilzen lagert **Schwefelkörnchen** ein, die aus Schwefelwasserstoff hervorgegangen sind (Beggiatoa, Thiothrix), eine andere von vielen Autoren mit zu den Spaltpilzen gerechnete, scheidet aus eisenhaltigem Wasser **Eisenoxyd** in ihre Hüllen ab (Cladothrix, Crenothrix.)

Ueber **quantitative Verhältnisse** haben die methodischen Arbeiten von E. Cramer einiges Licht zu verbreiten begonnen, wenn auch bisher erst über das B. prodigiosum, B. pneumoniae und einige Verwandte, sowie über eine Reihe von Stämmen von Vibrio cholerae nähere Angaben vorliegen. Vgl. E. Cramer A. H. XIII. 70; XVI. 150 und XXII. p. 167. Die folgenden Sätze und Zahlen müssen im Rahmen dieses Buches genügen.

Der **Wassergehalt** einer auf festem Nährboden gewachsenen Kultur ist ebenso wie der **Aschegehalt** in enormem Maasse von der Zusammensetzung des Nährbodens abhängig.

Es enthält z. B. Bact. prodigiosum

auf Kartoffeln gezüchtet

21,49 % Trockensubstanz, 2,70 % Asche in der frischen Substanz;

auf gelben Rüben gezüchtet

12,58 % Trockensubstanz, 1,31 % Asche in der frischen Substanz.

Ausser der Konzentration des Nährbodens wirkt vermehrend auf die Trockensubstanz und den Aschegehalt höhere Temperatur und geringes Alter der Kultur.

Auch die **Trockensubstanz** der Bakterien schwankt bei der gleichen Art unter dem Einfluss des Nährbodens in ihrer Zusammensetzung

So zeigte z. B. das Bact. pneumoniae Fried. auf Fleischinfus-Agarnährboden mit einem Peptongehalt

	von 1 % Pepton	von 5 % Pepton
Eiweiss	71,7 %	79,8 %
Aether + Alkoholextract	10,3 %	11,28 %
Asche	13,94 %	10,36 %

	von 1 % Pepton + 5 % Traubenzucker
Eiweiss	63,6 %
Aether + Alkoholextract	22,7 %
Asche	7,88 %

[1]) Eiweiss und Salze können bis 98 % des trockenen Bakterienleibes ausmachen (Choleravibrio), dagegen können auch bis 12 % Kohlehydrate in den Hüllen vorhanden sein. — Im Bakterieneiweiss wies Hellmich ein Globulin nach. (A. f. exp. Pathol. u. Pharmak. XXVI. 345.)

Offenbar trägt Erhöhung des Peptongehalts des Nährbodens zu einem vermehrten Eiweissgehalt des Bacillus bei, während vermehrter Traubenzuckergehalt die Leibessubstanz eiweissärmer macht.

Noch viel grösser sind die Differenzen für die Trockensubstanz der Choleravibrionen, wenn man sie einmal auf eiweissreicher Sodabouillon, einmal auf dem eiweissfreien Uschinskynährboden züchtet. Cramer fand hier (die Zahlen sind Mittel aus Versuchen mit 5 Cholerastämmen):

Es enthalten	Eiweiss	Asche
Choleravibrionen auf Soda-Bouillon	65%	31%
Choleravibrionen auf Uschinskylösung	45	11

also offenbar im letzteren Falle noch sehr reichliche Mengen stickstofffreier Körper, die man sich teilweise als Kohlehydrate (oder Fette) denken kann.

Besonders wichtig für die Systematik — wenn auch mehr im kritisch negativen Sinne ist die von Cramer gefundene Thatsache, dass einander sehr nahestehende Arten, die auf mehreren Nährböden analoge wenig abweichende Zusammensetzung zeigen, plötzlich sich auf einem neuen verschieden verhalten. Am interessantesten ist hierfür das Verhalten von 5 Cholerastämmen, die in Sodabouillon fast genau gleich zusammengesetzte Vibrionen lieferten, auf Uschinsky-Lösung[1]) aber sehr verschiedene Zusammensetzung zeigten.

	Sodabouillon		
	Eiweiss	Asche	Summe
Cholera alt	65,12	31,55	96,67
Cholera Hamburg Winter 1892	69,25	25,87	95,12
Cholera Paris	62,25	32,80	95,05
Cholera Shanghei	64,25	33,87	98,12
Cholera Hamburg Herbst 1893	63,94	29,81	93,75
	Uschinsky-Lösung		
	Eiweiss	Asche	Summe
Cholera alt	48,13	7,14	55,27
Cholera Hamburg Winter 1892	35,75	13,70	49,45
Cholera Paris	65,63	9,37	70,00
Cholera Shanghei	47,50	11,64	59,14
Cholera Hamburg Herbst 1893	34,37	14,74	49,11

[1]) Vergl. Seite

Es zeigt dieses Resultat wieder, wie **gefährlich** es ist, **auf irgend eine einzige** chemische oder biologische **Reaktion** hin eine **Trennung zweier Arten** zu konstruieren. Es brauchen sich bloss einige dieser Rassen durch das Vermögen auszuzeichnen, auf Uschinskylösung dicke Zellmembranen zu bilden, um diese erstaunlichen Differenzen zu erklären. Wie leicht könnte aber ein Autor versucht sein, z. B. die Cholera Paris nach diesen Zahlen für eine besondere Species zu erklären, da sie einen fast doppelt so hohen Eiweissgehalt auf Uschinskylösung aufweist als z. B. die Cholera Hamburg.

Bakteriensporen sind bisher meines Wissens noch nicht näher untersucht, sicherlich ist — nach Analogie der Schimmelsporen ein verminderter Wassergehalt bei ihnen zu erwarten.

C. Die Lebensbedingungen der Spaltpilze.[1]

1. Nährböden:

Während eine Anzahl von Schizomyceten bisher nur im menschlichen oder tierischen Organismus parasitierend getroffen sind und uns deshalb noch als **obligate Parasiten** erscheinen (z. B. Spirillum Obermeieri), sind die meisten parasitischen Arten gleichzeitig leicht (z. B. Bacterium typhi) oder schwerer (z. B. Mikrococcus gonorrhoeae) auf künstlichen Nährböden zu züchten. Von den Bewohnern der unbelebten Umgebung der Menschen, den sogenannten **Saprophyten** ist die Mehrzahl leicht mittelst der gleichen künstlichen Nährböden wie die Parasiten zu kultivieren, andere wie z. B. manche Speichelbakterien, gewisse Wasserbakterien machen grosse, zum Teil unüberwundene Schwierigkeiten.

Alle Bakteriennährböden müssen **wasserreich** sein, unentbehrlich ist die Anwesenheit von **Salzen**, einer **Kohlenstoff-** und einer **Stickstoffquelle.** Die Mehrzahl der praktisch wichtigen und alle pathogenen Arten lieben eiweisshaltige und schwach alkalische Nährböden.

---

[1]) Über die Lebensbedingungen der Sporen vergl. pag. 45.

Im einzelnen sind die Ansprüche der Bakterien an die Zusammensetzung der Nährböden äusserst verschieden. Wie Mead Bolton zeigte, begnügen sich eine Anzahl Wasserbakterien (Bacillus aquatilis Flügge und B. erythrosporus Flügge) noch mit Wasser, das zweimal aus Glasgefässen destilliert ist (Z. H. 1), hier muss also eine Vermehrung der Bakterien entweder auf Kosten spurweiser Verunreinigungen oder des Ammoniaks und der Kohlensäure der Atmosphäre geschehen sein.

Fast gleichzeitig beobachtete Heraeus (Z. H. I. 226) in Wasser, das als einzige Kohlen- und Stickstoffquelle Ammoniumkarbonat enthielt, also frei von jedem organischen Nährstoff war, üppiges Gedeihen einer Pilzart, also einen **Aufbau der Leibessubstanz aus einfachstem Material**, wie dies sonst nur den höheren Pflanzen zukommt, die mit Chlorophyll unter Mitwirkung des Sonnenlichtes arbeiten. — Hüppe und namentlich Winogradsky haben durch eingehendere Studien die Richtigkeit und Wichtigkeit dieser Beobachtung dargethan. Es scheint die zur Eiweisssynthese nötige Energie durch Oxydation von Ammoniak zur Salpetersäure gewonnen zu werden.

So anspruchslos sind unter den bisher praktisch wichtigen Bakterien nur wenige. Immerhin vermögen sehr viele wenigstens Eiweiss in der Nahrung zu entbehren und sich mit sehr einfach zusammengesetzten Nährlösungen zu begnügen. Die Kulturen auf solchen Flüssigkeiten wurden früher sehr viel ausgeführt, in neuerer Zeit hat namentlich Uschinsky wieder mit einfachen Nährlösungen gearbeitet. Statt der von Uschinsky empfohlenen komplizierten Lösung:

Wasser 1000	Magnesiumsulfat 0,2—0,4
Glycerin 30—40	Dikaliumphosphat 3—2,5
Chornatrium 5—7	Ammonium lacticum 6—7
Chlorcalcium 0,1	Natrium asparaginicum 3—4

kann man aber viel einfachere Lösungen wählen, z. B. auf die Empfehlung von Voges und C. Fränkel (Hyg. Rundschau 1894. N. 17.) pro 1 Liter

Kochsalz 5 g
Neutrales käufliches Natriumphosphat 2 g
Milchsaures Ammoniak 6 g
Asparagin 4 g

Hierauf wächst (obwohl kein Schwefel in dem Nährboden ist):

sehr gut	schwach
Bac. subtilis u. mycoides	Mic. pyogenes α aureus
Bact. syncyaneum, pyocyaneum, coli, acidi lactici, pneumoniae, mallei, vulgare,	Streptococcus pyogenes
	Bact. typhi
	Bac. anthracis
Sämtliche Vibrionen	

nicht
Bac. tetani
Bact. murisepticum
— erysipelatos suum
Bact. cuniculicida.

Zusatz der von Uschinsky sonst verlangten Stoffe liess dennoch nicht andere Arten (wie Diphtherie, Tetanus) kräftig gedeihen, durch 3—4 % Glycerin wird der Nährboden jedoch selbst für den Tuberkelbacillus sehr gut brauchbar.

Haben Kulturen in den eben besprochenen einfachen Nährböden auch ein hohes theoretisches Interesse, so werden sie doch zu differentialdiagnostischen Zwecken sehr wenig angewendet.

Ausserordentlich viel häufigere Anwendung finden (über ihre Zubereitung siehe Technischer Anhang) Fleischwasserpeptongelatine, Fleischwasserpeptonagar, Bouillon — alle mit oder ohne Zusatz von Trauben- oder Milchzucker, sodann Glycerinagar, Milch, Kartoffelscheiben.

Wir müssen sie stets vorrätig halten, da ohne dieselben keine Differentialdiagnose möglich ist und keine Art als ordentlich beschrieben gelten kann, die nicht in ihrem Verhalten gegen all diese Nährböden (mit Ausnahme von Glycerinagar) geprüft ist.

Seltener finden folgende Nährböden Anwendung: Kartoffelwasser, Kalbfleischbouillon, Blutserum: flüssig und fest, Serumagar, mit Blut bestrichener Agar, Fleisch, Brotstücke, Kartoffelbrei, Reisbrei, gekochte oder rohe Eier.

2. Reaktion der Nährböden.

Wie oben gesagt, liebt die grosse Mehrzahl der Bakterien — vor allem die pathogenen — **neutrale oder schwach alkalische Nährböden**, und man gab daher früher stets den Rat, die Nährböden durch Sodalösung unter Anwendung empfindlichen Lackmuspapiers als Indikator zu neutralisieren resp. so lange Alkali zuzusetzen bis rotes Lackmuspapier schwach gebläut werde.

Jeder Chemiker weiss, dass es keine scharfe Endreaktion für die Titrierung von phosphathaltigen Nährböden mit Lackmus gibt, dass ferner verschiedene Lackmuspapiere das Resultat beeinflussen, und dass endlich bei Gaslicht die Titrierung ziemlich unmöglich ist. Schon 1891 hat deswegen W. K. Schultz zur Agartitrierung Phenolphthaleïn als Indikator vorgeschlagen und empfohlen zum Liter Nährboden 8—10 cbcm Normalnatronlauge weniger zuzusetzen, als zur vollständigen Neutralisation mit diesem Indikator notwendig ist. Man erhalte so einen Nährboden, dessen Reaktion sehr vielen Bakterien zusage, doch gäbe es auch solche, die eine vollständige Neutralisierung verlangen. (C. B. X. 52.)

Ohne diesen Vorschlag beachtet zu haben, kam ich 1892 bei meinen Untersuchungen über Brotsäuren auf die gleiche Idee, seit dieser Zeit ist vielfach, seit Herbst 1894 ausschliesslich als neutrale Gelatine (resp. Agar) in meinem Institut ein Nährboden verwendet worden, der eben so viel Natronlauge zugesetzt erhielt, als zur geringen Rötung eines Phenolphtaleïnzusatzes nötig ist. Alle Tafeln dieses Atlas sind nach solchen Kulturen angefertigt, nachdem Versuche an 5 wichtigen Bakterien uns gezeigt, dass Alkali und Säurezusatz zu diesem neutralen Nährboden das Wachstum nicht verbesserten. Seitdem

habe ich Herrn cand. med. Winkler die grosse Mehrzahl der in unserem Atlas beschriebenen Bakterien systematisch auf ihre Wachstumsfähigkeit prüfen lassen auf folgenden Nährböden:

1) Auf Agar, der unter Phenolphthaleïnverwendung mit Normalnatron neutralisiert war.
2) Auf „saurem" Agar, d. h. auf neutralem Agar, der pro Liter 10 cbcm Normalschwefelsäurezusatz erhalten.
3) Auf 3 Sorten alkalischen Agars, d. h. auf neutralem Agar, der pro Liter 10, 20 und 30 cbcm Normalalkalizusatz erhalten.

Das in Tabelle I niedergelegte Resultat lautet kurz, dass fast alle Bakterien auf 3 dieser Nährböden gut gediehen.

Jedenfalls kann der **mittelst Phenolphthaleïn neutral** hergestellte Nährboden unbedingt als **Universalnährboden** empfohlen werden, auch die Virulenz der von uns untersuchten Arten (Milzbrand, B. coli, Mäusesepticaemie, Hühnercholera) erhält sich gut darauf.

Diese Reaktion hat gegenüber anderen Vorschriften den **Vorzug**: Sehr leicht herstellbar zu sein [1]) und einen ganz bestimmten Punkt zu repräsentieren: nämlich den, wo alle freien Säuren und die sauren Salze in neutrale Salze verwandelt sind (Mono-Natriumphosphat in Di-Natriumphosphat).

Auf eine Kritik anderer Vorschläge zur Herstellung geeigneter Reaktion z. B. (Timpe u. Woffhügel; C. B. XIV 845; Heim (Lehrbuch der bakt. Unter. p. 85) muss ich aus Raummangel verzichten.

Sollen saure Nährböden verwendet werden, so ist es am richtigsten, wie ich es Winkler thun liess, von einem mit Phenolphthaleïn neutralisierten Nährboden auszugehen, dem pro Liter 10 resp. 20 oder 30 cbcm Normalsäure zugesetzt sind. — Nach Winkler wird der erstere Aciditätsgrad von fast allen Spaltpilzen gut ertragen, nach den allerdings nicht übersichtlichen Angaben von Schlüter (C. B. XI. 589), die durch neuere Publikationen bestätigt werden,

[1]) Vergl. Technischer Anhang.

ertragen viele noch weit höheren Säuregehalt, nach im hiesigen Institut gemachten Versuchen bis zu 100 cbcm Normalsäure pro Liter.

Saure Nährböden sind ausser für **Hefen-** und **Schimmelpilze** stets dann nebenbei zu versuchen, wenn es sich um die Isolierung eines Spaltpilzes aus saurem Nährboden handelt. Für **Zählungen** der Keime in Luft, Boden, Wasser, Milch etc. ist stets der **neutrale** Nährboden anzuwenden.

3. Schädigung der Spaltpilze durch chemische Substanzen.

In zu reichlicher Anwesenheit von Säure oder Alkali haben wir eben schon einen entwicklungshemmenden und bei stärkerer Einwirkung tötenden Faktor kennen gelernt, ähnlich wirken von einer gewissen Konzentration ab die allerverschiedensten Chemikalien. Die stark wirksamen heissen **Antiseptica** oder **Desinficientia.**

Man unterscheidet mit Hüppe meist folgende Grade der Einwirkung:

1) Das Wachstum wird nicht[1]) gestört aber die pathogenen, zymogenen Funktionen abgeschwächt.
Abschwächung, Mitigation.

2) Die Organismen können sich nicht mehr vermehren, werden aber noch nicht getötet.
Asepsis, Kolysepsis.

3) Die vegetativen Zustände der Mikroorganismen werden vernichtet aber nicht die Dauerformen.
Antisepsis.

4) Vegetative und Sporenformen werden getötet.
Sterilisation oder Desinfektion.

Da zu diagnostischen Zwecken die Prüfung der Widerstandskraft gegen Chemikalien nur eine bescheidene Rolle spielt — verschiedene Hoffnungen in dieser

---

[1]) Zuweilen findet aber doch eine vorübergehende oder bleibende Wachstumsschädigung statt, in anderen Fällen bringen kurz einwirkende Antiseptica aber auch Hitze, Kälte etc. eine Verzögerung der späteren Entwickelung hervor, ohne dass eine Abschwächung stattfand.

Richtung sind unerfüllt geblieben — so muss hier dieser Abschnitt sehr kurz gefasst werden.

Will man bestimmen, welche Minimalkonzentration des chemischen Giftes noch eben **Asepsis** d. h. Entwickelungshemmung hervorbringt, so verfährt man wie folgt:

Man stellt sich z. B. eine 10 prozentige Lösung des Desinficiens her und setzt 1, 0,5, 0,3, 0,1 cbcm u. s. f. zu 10 cbcm verflüssigter Gelatine. Dann enthalten die Röhrchen 1%, 0,5%, 0,3%, 0,1% des Desinficiens; man legt nun mit dem zu kontrollierenden Pilz Stich- oder Strichkulturen und Platten an. Man kann auch mit bloss sporenhaltigem Material impfen (Material, das vorher durch halbstündiges Erwärmen auf 70° von allen Bacillen befreit ist) und sehen, ob diese Sporen zu Kulturen auswachsen.

Behring hat diese Prüfung in folgende praktische Form gebracht. Man entnimmt dem zu prüfenden flüssigen infizierten Nährboden z. B. Serum, vor dem Zusatz des Antisepticums einen Tropfen und schliesst ihn an der Unterseite eines Deckglases hängend mittels etwas Vaseline in einen hohlgeschliffenen Objektträger ein. (Techn. Anh.) Dann setzt man nach und nach immer grössere bekannte Mengen des Desinfektionsmittels dem Serumröhrchen zu und wiederholt nach jedem Zusatze und gutem Umschütteln die Anlage einer Tropfenkultur. Nach 24 resp. 2 . 24 h Aufenthalt im Brütofen kann man sich mikroskopisch von dem Wachstume in den einzelnen Tropfen überzeugen.

Handelt es sich um die für **Antisepsis** nötige Konzentration, so züchtet man den zu untersuchenden Pilz in Bouillon und versetzt je 10 cbcm der noch sporenfreien, zur Abscheidung etwaiger Bacillenklümpchen durch Asbest filtrierten Bouillon mit jedesmal anderen Mengen der Desinficienslösung von bekanntem Gehalte. Aus diesen Röhrchen nimmt man nach 1 Min., 5 Min., 10 Min., 15 Min., 30 Min., 1 Stde. u. s. f. eine kleine Platinöse voll Material, bringt diese in 10 cbcm lauwarme verflüssigte Gelatine und giesst Platten. Man erhält so Angaben wie: x% des Desinficiens tötet in 20 Minuten, y% in

1 Min. u. s. f. Hat man die Vermutung, es könnte die in der Oese mitübertragene Spur Desinficiens dadurch, dass sie die Gelatine aseptisch machte, Tötung der Pilze vorgetäuscht haben, so macht man zur Kontrolle eine Impfung von frischem Pilzmaterial in eine Gelatine, der man eine gleiche Spur der desinfizierenden Flüssigkeit zugesetzt hat.

Das zu prüfende Desinficiens wird man stets in Wasser lösen; ist wegen sehr geringer Löslichkeit in Wasser die Verwendung von Alkohol bei der Herstellung der dosierten Stammlösung unentbehrlich, so sind ev. besondere Kontrolversuche nötig, um zu zeigen, dass der Alkohol an der Wirkung unschädlich war.

Man bekommt sowohl für den Asepsis als wie für den Antisepsis verbürgenden Gehalt des Desinfektionsmittels meist viel **niedrigere Werte**, wenn man mit **eiweissreichen**, als wenn man mit eiweissarmen Nährböden arbeitet[1]). So erzeugt in Bouillon Creolin (Pearson) schon Asepsis bei einem Gehalt von $^1/_{15000}$—$^1/_{5000}$, in Rinderserum erst bei $^1/_{150}$ (Behring). Choleravibrionen werden in peptonfreier oder 1 % Pepton haltender Bouillon bei 0,1 ‰ HCl Gehalt in $^1/_2{}^h$ getötet, bei Zusatz von 2 % Pepton erst bei 0,4 ‰ in der gleichen Zeit. — Für diagnostische Zwecke wird man wohl meist die Prüfungen in 1 % Peptonlösung machen, wenn man nicht einen der pag. 28 angegebenen eiweissfreien Nährböden anwenden will, jedenfalls wird man die zu vergleichenden Pilze genau gleich behandeln und bei einer Publikation eingehend die näheren Versuchsbedingungen angeben müssen. Von sporenfreien Bakterien ist nicht viel über verschiedene Resistenz nach Rasse und Nährboden nachgewiesen (vgl. Sporen), dagegen liegen einzelne Angaben in dieser Richtung über Staphylokokken vor, die indess möglicherweise auf noch nicht genauer bekannte Dauerformen zu beziehen sein könnten (Esmarch Z. H. V. 1889. p. 72).

Durch Kombination von Desinfektionsmitteln lässt sich die Wirkung steigern, namentlich verstärkt Säure-

[1]) Eine Ausnahme soll Phenol machen.

zusatz (Salzsäure oder Weinsäure) die Wirkung von Sublimat sowie von Phenol- und Kresollösungen; ausserdem ist die Wirkung sicherer auf wenige als auf zahlreiche Keime und grösser bei hoher als niederer Temperatur.

4. Nahrungsmangel und Wassermangel.

Werden Spaltpilze, die nährstoffreiche Substrate zum Gedeihen gebrauchen, (darunter die meisten pathogenen) in **destilliertes Wasser** gebracht, so sterben sie meist rasch (binnen einigen Tagen) ab; auch im Brunnenwasser (selbst wenn es sterilisiert ist), ist die Lebensdauer **meist** nicht über 8—14 Tage, eine Vermehrung selten. Allerdings ist in einer Reihe von Fällen weit längere Lebensdauer beobachtet. (Vergl. Löffler Das Wasser und die Mikroorg. Fischer 1896.) Sehr verschieden ist die Empfindlichkeit der Bakterien gegen Wassermangel. Auf austrocknenden Nährböden hört das Wachstum bald auf. Dagegen ist die Lebensdauer auf bei Zimmertemperatur langsam eingetrockneten Nährböden (Agar, Gelatine, Kartoffeln) oft erstaunlich lang, auch ohne dass die Entstehung von Endosporen dafür verantwortlich gemacht werden könnte. Zuweilen kann man beobachten, dass noch nach Jahresfrist ein derartiges verschrumpftes Kulturüberbleibsel in Bouillon (und bei geeigneten Arten in den Brutschrank gebracht) die schönsten Kulturen liefert.

Viel und mit oft sehr widersprechendem Resultat studiert ist die Frage, wie lange sich an Glasstückchen oder Seidenfäden angetrocknete sporenfreie Spaltpilze lebendig halten. Wir wissen heute, dass auf diese Haltbarkeit zahlreiche Faktoren von Einfluss sind. Einen Begriff von den Grössen, um die es sich dabei handelt, giebt folgende Tabelle von Sirena und Alessi (C. B. XI. 484.)

Es wurden in sporenfreie Bouillonkulturen oder wässrige Bakterienaufschwemmungen Seidenfäden eingetaucht und dieselben teils in, zu $^1/_8$ mit Schwefelsäure oder Chlorcalcium gefüllte Reagensgläser eingeschlossen, teils offen unter verschiedenen wechselnden Bedingungen dem Austrocknen überlassen.

Bei Austrocknuug:	Durch Schwefelsäure	Durch Chlorcalcium	Im Brutofen bei 37°	Im trockenen Raum im Schatten	Im feuchten Raum
	waren abgestorben nach Tagen				
Vibrio cholerae asiaticae	1	1	1	1	12
Bacterium cholerae gallinarum	2	1	1	5	59
Bacterium typhi	41	1	18	64	68
Bacterium mallei	35	44	31		
Bacterium erysipelatos suum	63	53	31	5	59
Streptococcus lanceolat.	114	31	131	164	192

Die Choleravibrionen sind wegen ihrer geringen Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknen besonders bekannt, eingehende Versuche der eben genannten Autoren bestimmten die Lebensdauer zu 1^{h} bis 5^{h} je nach der Art der Austrocknung (ähnlich wie R. Koch in seinen ersten Versuchen.)

Im übrigen geht aus den Resultaten aller Autoren hervor, dass gerade Trocknungsversuche besonders vielseitig und umsichtig anzustellen sind, wenn sie beweiskräftig sein sollen. Es ist neuerdings von sehr vielen gegen Austrocknen empfindlichen Arten, so gerade von den Choleravibrionen, das überraschende Resultat erhalten worden, dass sie unter Umständen ausserordentlich viel länger trocken leben können; so hatte Koch die Lebensdauer auf einige Stunden, Kitasato (Z. H. V. 135) auf höchstens 14 Tage, französische Autoren und Berckholz (A. G. A. V. 1) auf 150—200 Tage unter besonders günstigen Bedingungen bestimmt. Als solche sind anzusehen nach den Angaben der meisten Autoren: Aufenthalt im Exsiccator, Ausstreichen von Agar oder Kartoffelkulturen statt Bouillonkulturen, Anwendung von Seidenfäden statt Glasstückchen. — Es muss noch besonders erwähnt werden, dass in all diesen Versuchen morphologisch nichts Sporenartiges (Arthrosporen) sicher zu erkennen war. (Vgl. Vibrio cholerae im spec. Teil.)

5. Verhalten zum Sauerstoff und einigen anderen Gasen.[1])

In ihrem Verhalten zum Sauerstoff pflegt man die Bakterien in 3 Klassen zu bringen (Flügge u. Liborius):

I. **Obligate Aëroben.** Nur bei Luftzutritt findet Wachstum statt, jede Beschränkung des Luftzutritts stört das Wachstum. Namentlich zur Sporenbildung gehört freier Sauerstoff.

II. **Obligate Anaëroben.** Nur bei vollkommenem Sauerstoffabschluss[1]) findet Wachstum und Sporenbildung statt. Hierher Bacillus oedematis maligni, Bac. Tetani, Bac. Chauvoei (Rauschbrand) und eine grosse Zahl von Schlamm- und Erdebewohnern. Dem freien Luftsauerstoff ausgesetzt, gehen die vegetativen Formen dieser Bakterien sehr leicht zu Grunde — die Sporen sind dagegen gegen den Sauerstoff sehr resistent. Da den Anaëroben die Hauptkraftquelle verschlossen ist, die den aëroben Bakterien zu Gebote steht (Oxydation der resorbierten Nahrungsstoffe mittelst freien Sauerstoffs), so sind sie auf spannkraftreiche Nahrungsstoffe angewiesen, die wie z. B. Traubenzucker durch die Spaltung in 2 kleinere Moleküle (z. B. Alkohol und Kohlensäure; oder Essigsäure oder Milchsäure) Kraft (Wärme) frei werden lassen. Man züchtet deshalb Anaërobe fast immer auf 1—2% Traubenzucker enthaltender Gelatine oder Agar.

III. **Fakultativ aërobe und fakultativ anaërobe Arten.** Die grosse Mehrzahl der von uns in der Regel aërob gezüchteten Spaltpilze — darunter fast alle pathogenen — vermag eine Beschränkung der Sauerstoffzufuhr zu ertragen, ohne dadurch geschädigt zu werden, ja vielfach oder meist ohne deswegen schlechter zu wachsen — es entspricht das Leben im Thierkörper vielerorts z. B. im Darmkanal entschieden einer Existenz bei vermindertem oder fehlendem Sauerstoffzutritt. Die Farbstoffbildung ist bei Sauerstoffabschluss fast stets aufgehoben, dagegen werden giftige Stoffwechselprodukte reichlicher gebildet. (Hüppe.)

---

[1]) Ueber die Methodik des Anlegens anaërober Kulturen siehe „Technischer Anhang.“

Es ist sehr wichtig, dass die neuere Forschung gezeigt hat, dass auch von den anaëroben Arten aërobe Rassen existieren — deren Entstehung meist nicht näher bekannt ist Vgl. spec. Teil sub Bac. tetani, Bac. Chauvoei — daselbst finden sich auch Angaben über Erleichterung des aëroben Wachstums anaërober durch Anwesenheit lebender oder abgetöteter aërober Arten.

Das beobachtet man gar nicht selten, dass Arten, die bei ihrer Isolierung mehr weniger anaërobes Wachstum zeigten z. B. vorwiegend in der Tiefe des Agarstichkanals wuchsen mit der Zeit ein rein aërobes Verhalten zeigen d. h. deutliches Wachstum an der Oberfläche und kümmerliches Wachstum im Stich.

Diese Beobachtungen beweisen für den Systematiker, dass man zwei Arten nicht einfach dadurch von einander unterscheiden kann, dass die eine aërob, die andere anaërob ist.

Während neben den obligat anaëroben alle fakultativ anaëroben Arten gut in Stickstoff und Wasserstoff gedeihen, vertragen sie **Kohlensäure** sehr verschieden gut. (Vergl. Tab. I.)

Eine grosse Reihe gedeiht gar nicht, bleibt vielmehr in ihrer Entwickelung vollkommen gehemmt bis wieder Sauerstoff zutritt, z. B. B. anthracis, subtilis und Verwandte; von einigen Arten (Milzbrand, Cholera) ist festgestellt, dass die Mehrzahl der Individuen sehr rasch durch die Kohlensäure getötet werden, während einzelne Keime sehr energischen Widerstand leisten und eine vollständige Sterilisierung durch CO_2 unmöglich machen. Eine zweite Gruppe zeigt — besonders wenn der Versuch bei Brutwärme vorgenommen wird — ein kümmerliches Wachstum (Staphylokokken, Streptokokken), während eine 3. Gruppe gar nicht geschädigt ist: B. prodigiosum, B. acidi lactici, B. typhi. Dieselben wachsen eben so gut wie in Luft, auch die Gelatineverflüssigung ist nicht gestört, nur natürlich wegen Sauerstoffmangel die Farbstoffbildung. Übrigens hat schon ein Gemisch von 25 % Luft zu 75 % CO_2 keinen nachweisbar schädigenden Einfluss auf Pilze, die in reiner CO_2 Atmosphäre absolut unentwickelt bleiben. (C. Fränkel. Z. H. V)

Schwefelwasserstoff dürfte in grösseren Dosen stets ein starkes Bakteriengift sein — kleine Dosen töten das Bact. Pflügeri (Leuchtbacillus) sehr rasch. (Lehmann und Tollhausen C. B V. 785.)

6. Einfluss der Temperatur auf das Bakterienleben.

Jede Bakterienart stellt an die **Temperatur** des Nährsubstrats bestimmte Anforderungen, von 0° bis etwa 70° ist vegetatives Bakterienleben möglich, es sind aber andere Arten, die an der unteren, andere, die an der oberen Grenze dieses Intervalls gedeihen. Für jede einzelne Art liegt Temperaturminimum und Temperaturmaximum etwa um 30° auseinander[1]) und wir können eine übersichtliche Eintheilung nach dem Wärmebedürfnis etwa so aufstellen:

Psychrophile Spaltpilze: Minimum bei 0°, Optimum bei 15°—20°, Maximum bei c. 30°. Meist wasserbewohnende Arten. Hierher gehören z. B. viele Leuchtbakterien des Meeres. (Vergl. Forster C. B. XII 431.)

Mesophile Spaltpilze: Minimum bei 10—15, Optimum bei 37°, Maximum bei ca. 45°. Hieher gehören alle für den Menschen pathogenen Arten, da ja Bedingung für eine pathogene Wirkung eine Acclimatisierung an die Körpertemperatur ist.

Zu der folgenden Gruppe leitet B. vulgatus über, der noch bis 50° gut gedeiht.

Thermophile Spaltpilze: Minimum bei 40°—49°. Optimum bei 50—55° Maximum bei 60—70°. Hierher viele Bodenbakterien, fast lauter sporentragende Bacillen aus der Verwandtschaft des B. mesentericus. Nach Globig wären ca. 30 Arten bei 60° noch entwickelungsfähig, einzelne bis zu 70°. (Z. H. III 294). Miquel hat (Ann. de micrograph. I. 4.; C. B. V. 281) einen bestimmten Bac. thermophilus Miqu. beschrieben, der von 42—72° gedeiht, sein Optimum bei 65—70° besitzt und in Kloaken, Darminhalt und Schmutzwasser zu Hause ist — die Beschreibung genügt nicht, um den Bacillus wieder zu erkennen.

---

[1]) Bac. vulgatus gedeiht allerdings von 15—50°, eine Art Globig's sogar von 15—68°, solche breite Temperaturintervalle dürften aber grosse Seltenheiten sein. Besonders kleine Entwickelungsbreite fand Globig für viele thermophile Arten, so z. B. eine Art, die nur von 54—65° wuchs.

Neuestens hat Lydia Rabinowitsch 8 thermophile fakultativ anaërobe Arten etwas näher beschrieben, ausschliesslich sporentragende unbewegliche Stäbchen, deren Optimum bei 60—70° liegt, während sie noch bei 34—44° wenn auch langsam und zwar am besten in anaërober Agarkultur gedeihen. (Z. H. XX. 163.) Die Arten sind weit verbreitet namentlich in den Faeces, einen Vergleich mit den von früheren Autoren aufgestellten Arten hat sie nicht versucht.

Durch vorsichtiges Steigern resp. Senken der Temperatur gelang es Dieudonné (C. B. XVI. 965), das **Temperaturintervall,** innerhalb dessen der Milzbrandbacillus zu gedeihen vermag, sowohl nach oben wie nach unten etwas zu **erweitern.** Milzbrand liess sich langsam an Temperaturen von 42° anpassen. Die nach der Annahme mancher Autoren wegen ihrer hohen Körperwärme — 42° — gegen gewöhnlichen Milzbrand ziemlich immunen Tauben starben nach der Impfung mit solchem an hohe Temperaturen angepassten Milzbrand etwas häufiger.

Noch schlagender waren die Resultate, als Dieudonné Milzbrandbacillen allmählich an die Temperatur von 12° acclimatisierte und nachweisen konnte, dass sie jetzt Frösche zu töten vermögen, die bei 12° gehalten werden.

Temperaturen etwas **unter dem Minimum** der betreffenden Art hemmen die Entwickelung, schaden aber nichts. Petruschky hat geradezu die Aufbewahrung im Eisschrank (c. 4—6°) kürzlich als Methode empfohlen, um leicht zu Grunde gehende Arten, nachdem sie 2 Tage bei 20° gewachsen sind, ohne viel Überimpfungen nicht nur lebendig und fortpflanzungsfähig, sondern auch virulent zu erhalten (Streptokokken etc).

Auch **Temperaturen unter** 0° schaden nur langsam und den einzelnen Arten verschieden schnell. Einige Angaben siehe im speciellen Teil bei den wichtigsten pathogenen Arten.

Lässt man **Temperaturen** 5—10° **über dem Optimum** auf die Kultur einwirken, so wird dieselbe in verschiedenen Richtungen geschädigt: Es entstehen Rassen von verminderter Wachstumsintensität, die Virulenz, das Gärvermögen nimmt ab, auch die Sporenbildungsfähig-

keit geht allmählich verloren. Bald überwiegt die Schädigung nach der einen, bald nach der anderen Richtung.

Wird die **Maximaltemperatur überschritten**, so stirbt die Kultur ab, und zwar ist für die psychrophilen Arten etwa 37° eine ziemlich rasch wirkende Tötungstemperatur, für die mesophilen[1]) Arten etwa 60°, für die thermophilen 75°. Die Temperatur von 100° erträgt kein sporenfreier Spaltpilz auch nur wenige Minuten.

7. Mechanische und elektrische Einwirkungen.

Da unsere Bakterienzüchtungen fast ausschliesslich auf Nährböden stattfinden, die ruhig gehalten werden, (nur zum Zweck der reichlichen Sporenbildung in flüssigem Nährboden bei aëroben Arten ist etwa eine leichte Bewegung der Flüssigkeit üblich), so hat es mehr theoretisches Interesse, dass nach den neuen Untersuchungen von Meltzer, die eine Reihe von älteren Widersprüchen aufklärten, kurzdauerndes oder schwaches Schütteln von Bakterienkulturen in $^1/_8$ gefüllten Gefässen günstig auf die Bakterienentwickelung wirkt, während andauerndes, 10- und mehrstündiges heftiges Schütteln, namentlich bei Zugabe von Glasperlen, die Bakterien zu feinem Staub zerteilt und damit tötet. Die einzelnen Bakterien verhalten sich ziemlich verschieden. (Zeitschrift für Biolog. XXX. p. 454).

Sehr merkwürdig klingt die Angabe Meltzers, dass die schwache zitternde Bewegung, welche die Tag und Nacht arbeitende Dampfmaschine dem Boden einer Brauerei mitteilte, ausgereicht haben soll, um in einer Flasche mit Nährlösung in 4 Tagen alle Keime von B. mycoides und subtilis zu töten.

Ueber unsere spärlichen Kenntnisse vom Einfluss des elektrischen Stromes auf Bakterien vergl.: Friedenthal C. B. Abt. I. XIX. 319.

Die Mehrzahl der bisher beobachteten Einwirkungen des elektrischen Stromes erklärt sich ungezwungen als Wärme- und Electrolytwirkung. Unerklärt und unkontroliert sind noch die merkwürdigen Angaben von Gottstein und Spilker (C. B. IX. 77), nach denen Kulturen leiden, wenn sie von einem vom elektrischen Strom durchflossenen Drathspirale 1 $^1/_2$^{h} umgeben sind.

8. Einfluss des Lichtes.

Viele — vielleicht die meisten — Bakterien werden in ihren Kulturen durch **diffuses Tageslicht**, noch mehr

---

[1]) Nach Sternberg gehen bei 56° schon zu Grunde: Streptococcus pyogenes, Bac. anthracis, Bact. mallei und Vibrio cholerae. (C. B. IV. 265.)

durch direktes **Sonnenlicht** in der Entwickelung gehemmt, bei längerer Einwirkung leidet auch die Fähigkeit, später im Dunkeln kräftig zu gedeihen, wir erhalten eine Generation abgeschwächter z. B. unvollkommen verflüssigender, mangelhaft Farbstoff bildender, wenig pathogener u. s. f. Organismen, die erst nach einigen wiederholten Uebertragungen auf frische Nährböden im Dunkeln ihre alte kulturelle Kraft wiedererlangen. Bei noch längerer Einwirkung sterben die Mikroorganismen ab. — Ich folge namentlich den Angaben der neuesten Arbeiten über dieses Thema von Dieudonné (A. G. IX. 405 und 537), daselbst findet sich ein umfassendes Litteraturverzeichnis. Zur **Prüfung der Lichtempfindlichkeit** exponiert man nach H. Buchner am besten dicht besäte Gelatine- oder Agarschalen dem diffusen oder Sonnenlicht, auf deren belichtete Seite man ein schwarzes Papierkreuz geklebt hat. Um Wärmewirkungen auszuschalten[1]), kann man das Licht erst eine Wasser- oder Alaunschicht von einigen Centimetern durchsetzen lassen. Man bringt nun die Platten nach $^1/_2$, 1, $1^1/_2$, 2^h u. s. f. Lichteinwirkung in einen dunkeln Raum und beobachtet, ob sich nur an Stelle des Kreuzes Bakterien entwickeln; bei vollständiger Tötung der belichteten Kolonien hat man ein scharf begrenztes von Kulturen gebildetes Kreuz in hellem Felde.

Bact. putidum und Bact. prodigiosum werden durch direktes Sonnenlicht im März, Juli und August schon in $^1/_2$, im November nach $1^1/_2{}^h$ schon wesentlich in ihrem Vermögen Farbstoff und Trimethylamin zu bilden gestört, sie wachsen langsam und prodigiosum verflüssigt schlecht. Abtötung wurde bei diesen Organismen in $1^1/_2$ resp. $2^1/_2{}^h$ erzielt.

Im diffusen Tageslicht tritt im Frühjahr und Sommer in $3^1/_2{}^h$, im Winter in $4^1/_2{}^h$ Entwickelungshemmung, in $5-6^h$ der Tod ein. — Elektrisches Bogenlicht 900 Kerzen, hemmte in 5^h, tötete in 8^h, Glühlicht schädigte in $7-8^h$, tötete in 11^h.

Aehnlich verhielten sich Bact. coli, typhi und B. anthracis.

Nur das ultraviolette, violette und blaue Licht schädigt stark, das grüne schwach, das rote und gelbe gar nicht.

Die Wirkung des Lichtes scheint unter Mithilfe des **Luftsauerstoffs** einzutreten, obligat anaërobe (Tetanus)

---

[1]) Die Wärmewirkung ist ganz unbeteiligt.

und fakultativ anaërobe Arten (B. coli) vertragen bei vollständigem Sauerstoffabschluss das Sonnenlicht recht gut, z. B. B. coli 4^h direktes intensives Sonnenlicht.

Für den **Mechanismus der Lichtwirkung** erscheint es wichtig, wenn auch noch nicht alles erklärend, dass Richardson und neuerdings Dieudonné ermittelt haben, dass in belichteten Agarplatten — und zwar ebenfalls nur im blauen bis ultravioletten Lichte nach kurzer Zeit (schon nach 10 Minuten im direktem Sonnenlicht) **Wasserstoffhyperoxyd**[1]) $H_2 O_2$ auftritt. Man exponiert zu seinem Nachweis eine Agarplatte halb mit schwarzem Papier bedeckt dem Lichte, übergiesst dieselbe dann mit schwach Jodkalium haltigem Kleister und hierauf mit einer schwachen Eisenoxydulsulfatlösung — die belichtete Seite wird blauschwarz. In sauerstofffreien Gasen bleibt H_2O_2 Bildung und Schädigung durch Licht aus. Es erklärt sich so auch, dass man eine schwache Schädigung der Bacillen auch häufig beobachtet, wenn man Agarplatten, die in der Sonne standen[2]), nachträglich beimpft. Namentlich entwickeln sich vorher dem Licht ausgesetzte Spaltpilze auf belichteten Nährböden schlecht — weit schlechter als auf guten.

9. Die Beeinflussung des Bakterienwachstums durch andere Spaltpilze.

Ist es auch das Bestreben jedes Bakteriologen, stets über Reinkulturen zu verfügen, so dürfen wir doch nie vergessen, dass in der Natur die **Spaltpilze** vielfach in **Mischkulturen** auftreten. Wenn wir Wasser, Milch, Darminhalt von Kranken oder Gesunden u. s. f. untersuchen, stets werden wir gleichzeitig mehrere Arten zu Gesicht bekommen. Zwar werden uns meist diese Gemische als rein zufällig erscheinen, bei näherem Studium ergibt sich aber, dass es (Garrè) auch auf dem Gebiete der Bakteriologie **Synergeten** (sich gegenseitig

---

[1]) Auf Gelatine dauert es stundenlang, bis man $H_2 O_2$ nachweisen kann.

[2]) Auch andere Zersetzungen der Nährböden durch Sonnenlicht können gelegentlich ein späteres Pilzwachstum erschweren, z. B. die Entstehung von Ameisensäure aus Weinsäure (Duclaux.)

oder wenigstens einseitig fördernde) und **Antagonisten** (sich gegenseitig oder einseitig schädigende Arten) gibt. — Nencki spricht von **Symbiose** und **Enantobiose**.

Experimentell hat Garrè den Antagonismus demonstriert, indem er in Strichen auf Gelatineplatten gleichzeitig verschiedene Bakterien als parallele oder gekreuzte Linien impfte; es zeigte sich dann, dass manche Arten nicht oder nur kümmerlich gedeihen, wenn in der nächsten Nähe eine andere Art wächst. Der Antagonismus ist dabei sehr oft nur ein einseitiger. Z. B. wächst das Bact. putidum sehr gut, wenn es zwischen nahegelegene, gut entwickelte Striche von Staphylokokken geimpft wird; — es wächst dagegen der Micr. pyogenes nicht, wenn er zwischen üppig entwickelte Bact. putidum Kulturen geimpft wird, und ersterer bleibt sehr kümmerlich, wenn man gleichzeitig die beiden Arten in Strichkulturen anlegt. (Garrè, Corresp. f. Schweizer Aerzte 1887,)

Oder man giesst Platten aus Gelatine oder Agar (für verflüssigende Arten), die man in geschmolzenem Zustande mit der gleichen reichlichen Zahl Individuen zweier verschiedener Bakterienarten infiziert hat, es wird dann oft nur eine Art zur Entwickelung gelangen. (Lewek C. B. VII. 107).

Eine dritte Art, die Versuche anzustellen, ist die, dass man gleichzeitig den gleichen flüssigen Nährboden mit zwei Arten beimpft nnd später mikroskopisch oder auf dünnen Platten makroskopisch sieht, welche im Konkurrenzkampf siegt; — hierher gehört die öfter gemachte Erfahrung über das Obsiegen von reichlich eingebrachten Gärungserregern auf geeigneten Nährböden über verunreinigende Spaltpilze, letztere verschwinden zuweilen ganz.

Für die Praxis folgt aus diesen Erfahrungen: Für Pilzzählungen dürfen keine sehr dichten Platten als massgebend angesehen werden, aber auch zur Isolierung bestimmter Arten können dünne Platten nötig sein, z. B. wenn man das Bact. Pflügeri aus reichlichem Bact. putidum isolieren will. Im Umkreis von mehreren Millimetern wächst um jede putidum Kultur kein Pflügeri. (K. B. Lehmann.)

Endlich können **im Tierkörper** Bakterien sich als **Antagonisten** entgegenwirken; wie Emmerich gezeigt hat, können Tiere, die mit Milzbrand infiziert sind, durch nachträgliche Infektion mit Streptococcus pyogenes gerettet werden. — Auf den Mechanismus dieses Vorgangs einzutreten ist im Rahmen dieses Buches nicht möglich.

Praktisch noch wichtiger scheint die **Symbiose** der Bakterien zu sein, wofür folgende Beispiele angeführt werden mögen:

1. Eine Reihe Bakterien gedeihen viel besser mit andern zusammen als allein. Einige anaërobe gedeihen sogar bei Luftzutritt, wenn nur andere aërobe Arten zugegen sind. (Vergl. B. Tetani).
2 Gewisse chemische Leistungen, z. B. die Zerlegung von Nitrat zu gasförmigem Stickstoff gelingt manchen Bakterien allein nicht, während sie 2 Arten gemeinsam gelingt. Diese Erfahrung ist sehr wohl zu berücksichtigen, wenn es sich um Aufsuchung der Erreger bestimmter Zersetzungen handelt, stets wenn die isolierten Arten einzeln nicht oder unvollständig wirken, sind Kombinationen zu untersuchen.
3. In ähnlicher Weise ist beobachtet, dass z. B. von einer Serie von Bodenbakterien jedes einzelne nicht pathogen ist, während gewisse Kombinationen, dem Tiere eingeimpft, dasselbe krank machen[1]). Auch diese Erfahrung erheischt eine besondere Beachtung bei der Suche nach den Erregern eines neuen oder rätselhaften Krankheitsbildes.

   Manche Autoren nehmen auch für die Cholera eine Entstehung durch 2 Keime an, **„diblastische Theorie“**. (Nägeli, Buchner).
4. Schwach pathogene Arten (z. B. abgeschwächte Tetanusbacillen) sollen durch Kultur mit Bact. vulgare zusammen an Virulenz gewinnen.

D. Die Bedingungen der Sporenbildung und Sporenkeimung.

Biologische Eigenschaften der Sporen.

Die Verbreitung der Bildung endogener Sporen scheint zur Zeit nur ungenügend bekannt — neben einer

[1]) Nicht ganz hierher passt die Erfahrung, dass auch die Stoffwechselprodukte einer Bakterienart unter Umständen die Wirkung einer andern Art erhöhen. (Z. B. Vulgarestoffwechselprodukte die Wirkung der Tetanusbacillus.)

grossen Gruppe stattlicher Bacillenarten, Verwandten des B. anthracis und des B. tetani, sind nur bei Sarcina pulmonum und dem sonderbaren Spirillum endoparagocicum unzweifelhafte endogene Sporen bekannt.

Wie H. Buchner (C. B. VIII. 1) gezeigt hat, tritt Sporenbildung bei den dazu befähigten Arten dann ein, wenn der Nährboden erschöpft zu werden beginnt — also am **raschesten** auf sehr **nährstoffarmen Nährböden.**

Dagegen begünstigt ein **guter Nährboden** nicht nur die Entwickelung der Bacillen, sondern auch insoferne die Entwickelung der Sporen, als die reichlich kräftig gewachsenen Bacillen auch **üppig** und regelmässig sporulieren (K. B. Lehmann und Osborne). (A. H. XI. 51). Die Sporenernte ist eine unverhältnismässig grössere. Ob die Qualität (Widerstandskraft) der Sporen, die auf verschiedenen Nährböden gewachsen sind, verschieden ist, scheint noch nicht methodisch untersucht.

Für die Sporenbildung ist zuweilen (immer?) eine **höhere Temperatur** als für das vegetative Wachsen notwendig. Der Milzbrandbacillus gedeiht z. B. noch bei 13—14°, bildet aber Sporen nicht mehr unter 18°.

Alle aëroben Spaltpilze bedürfen besonders zur Sporenbildung **Sauerstoffzutritt,** wie sich die **fakultativ** anaëroben verhalten, ist noch zu ermitteln.

Die obligaten **Anaëroben** bringen Sporen nur bei **Sauerstoffabschluss** oder bei Sauerstoffzutritt in Mischkulturen resp. auf abgestorbenen synergetischen Bakterien.

Sporen kommen wohl niemals in dem erschöpften resp. durch Stoffwechselprodukte nachteilig veränderten Nährboden zur **Auskeimung,** auf welchem sie sich gebildet haben. Erst bei Übertragung in neuen Nährboden findet ein Auskeimen statt, dessen morphologische Einzelheiten pag. 23 beschrieben sind.

Gegen alle **Schädlichkeiten** sind Sporen wesentlich **resistenter** als die vegetativen Formen. Sie bedürfen keiner Nahrung und keines Wassers, um jahre- und oft jahrzehntelang keimkräftig[1]) zu bleiben, sie sind gegen

---

[1]) Nach einer Beobachtung v. Esmarchs scheint durch langes Aufbewahren von Milzbrandsporen die Virulenz vor der Keimkraft zu schwinden.

Gase viel indifferenter wie die Bacillen, speciell vertragen die Sporen der anaëroben Arten den freien Sauerstoff meist gut.[1])

Sehr bedeutend ist die Widerstandsfähigkeit der Sporen gegen trockene und feuchte Hitze. Trockene Hitze wird relativ sehr gut vertragen, die Temperatur von 100° von vielen Sporen. Während in feuchtem Zustand die Temperatur von 70° den Milzbrandbacillus in 1 Minute tötet, vertragen Milzbrandsporen diese Temperatur stundenlang, ja in siedendem Wasser oder strömendem Dampfe von 100° gehen sie erst in 2—5, ja zuweilen erst in 7—12 Minuten zu Grunde. Die verschiedene Resistenz verschiedener Milzbrandsporen (v. Esmarch. Z. H. V. p. 67) scheint teilweise eine Rasseeigentümlichkeit; höchst wahrscheinlich übt aber auch der Nährboden, die Temperatur bei der Entstehung der Sporen, der Grad der Ausreifung etc. einen Einfluss auf die Resistenz. Nähere Untersuchungen hierüber fehlen noch fast ganz, nur wissen wir durch Percy Frankland, dass bei 20° gebildete Sporen lichtresistenter sind als bei Bruttemperatur entstandene (C. B. XV. p. 110).

Die **Prüfung der Resistenz** geschieht einfach, indem man Tüllsäckchen mit Glassplittern oder -Täfelchen, an die man Milzbrandsporen angetrocknet hat, in den kochenden Dampftopf hängt und von Minute zu Minute ein Säckchen herausnimmt und die Glassplitter auf eine Agarplatte legt, die man bei Bruttemperatur hält. Milzbrandsporen erhält man durch vorsichtiges Abheben sporulierender Agarstrichkulturen, Erwärmen der mit wenig Wasser bereiteten Emulsion auf 70° während 5 Minuten.

Die verschiedene Resistenz scheinbar gleicher Milzbrandsporen ist von grosser praktischer Wichtigkeit 1) für Desinfektionsversuche, die man nur mit Sporen

---

[1]) Trockene Gartenerde mit Sporen des malignen Oedems konservierte letztere 4 Jahre in meinem Institut trefflich. Dagegen waren einmal auffallenderweise an Fäden angetrocknete Tetanussporen im Zimmer aufbewahrt nach drei Tagen abgestorben, nach zwei Tagen lebten sie noch.

bekannter Resistenz anstellen darf, 2) für die Differential-Diagnose — da sie zeigt, wie sehr man sich hüten muss, zwei Species auf die etwas verschiedene Resistenz ihrer Sporen aufzubauen.

Ausserordentlich ist die Resistenz mancher im Heu und Erde vorkommender Arten.

Christen fand z. B. (C. B. XVII. p. 498), dass bei gespanntem Dampf die widerstandsfähigen Erdsporen bis zur Tötung brauchen

bei 100°	mehr als 16 h
105—110°	2—4 h
115°	30—60 min
125—130°	5 min und länger
135°	1—5 min
140°	1 min

Der Apparat brachte die Objekte sehr rasch auf die gewünschte Temperaturhöhe.

Auch gegen chemische Agentien sind Sporen sehr widerstandsfähig; so ertragen Milzbrandsporen je nach der Provenienz (v. Esmarch. l. c.) 5%ige Karbolsäurelösung mindestens 2 Tage, in manchen Fällen sogar bis 40 Tage. 1%ige wässrige Sublimatlösung wird von sehr widerstandsfähigen Milzbrandsporen bis zu 3 Tagen ausgehalten, allerdings ging die Virulenz schon in 20 Stunden verloren. Solche Versuche werden am besten mit dünnen Aufschwemmungen der Sporen in Wasser gemacht, denen man das Desinficiens zusetzt, ganz wie oben für die Prüfung der antiseptischen Wirkung gegen Bacillen angedeutet.

Zur Widerstandsprüfung von Sporen gegen Gase trocknet man erstere am besten an Glasstückchen an, die Gase lässt man einmal in einem trockenen, das andere Mal in einem mit Wasser gesättigten Raume wirken.

Auch vom Lichte werden Sporen weniger geschädigt als Bacillen; wie bei den Bacillen ist eine sauerstoffhaltige Atmosphäre nötig, um eine Schädigung durch Licht hervorzubringen. Milzbrandsporen sind auf Agarplatten von Dieudonné in $3^1/_2$ h durch direktes Sonnenlicht (Bacillen in $1^1/_2$ h) getötet gefunden worden, bei Sauerstoffabschluss schadete ihnen 9stündige Belichtung nichts.

E. Die Leistungen der Bakterien insbesondere im Hinblick auf die Verwendung derselben zu diagnostischen Zwecken.

Die Leistungen der Bakterien[1]) in vitro lassen sich als 1) **mechanische,** 2) **thermische,** 3) **optische,**, 4) **chemische** bezeichnen. Sie sollen hier nun in dieser Reihenfolge besprochen werden, ein 5. Abschnitt wird Anhaltspunkte über das Verhalten der Bakterien zum lebenden Tierkörper bringen und die Grundbegriffe erläutern, die zum Verständnis der **pathogenen** Wirkung, des Kampfes zwischen Bakterien und Gewebezellen notwendig sind.

Alle **Leistungen** einer Bakterienart sind **abhängig**: 1) vom momentanen Zustand der Bakterien, 2) vom Nährsubstrat, 3) vom Luftzutritt, 4) von der Temperatur, 5) der Belichtung. Es scheinen aber noch eine grosse Anzahl anderer teils minder wichtiger, teils ungenügend bekannter Umstände mitzuwirken.

Da über den Einfluss der Temperatur, der Belichtung schon oben das Wichtigste gesagt ist, so habe ich im folgenden namentlich den Einfluss des Nährbodens und Luftzutritts einerseits und der Beschaffenheit der Ausgangskultur andererseits zu besprechen. Namentlich der letztere Punkt wird immer und immer wieder hervorgehoben werden müssen, um in möglichst grossem Umfange zu zeigen, wie sehr sich die Leistungen der Bakterien ändern, je nachdem dieselben in voll virulentem, voll zymogenem, chromogenem resp. pathogenem Zustande oder

---

[1]) Es ist selbstverständlich, dass eine Einteilung der Bakterien in zymogene, saprogene, chromogene und pathogene heute nicht mehr angeht. Bact. coli erzeugt z. B. in Zuckerlösungen gewaltige Gärungen, auf eiweissreichen Nährböden reichlich Indol und Schwefelwasserstoff, bildet auf Kartoffeln oft ziemlich lebhaft braun-gelb gefärbte Rasen und ist dabei für Meerschweinchen u. a. pathogen — er vereinigt also die Eigenschaften von allen vier Gruppen.

aber in abgeschwächtem Zustande zur Untersuchung kommen.

1. Mechanische Leistungen.

Unter dem Mikroskop beobachten wir leicht, dass viele Spaltpilze eine ausgesprochene **lebhafte Eigenbewegung** zeigen und das Studium der Geisseln ergibt, dass die beweglichen Arten fast allgemein[1]) **Geisseln** tragen und sich mittelst dieser Geisseln fortbewegen. Die Bewegung ist von sehr verschiedenem Charakter: z. B. kriechend (B. megatherium), wackelnd (B. subtilis), wälzend, schlängelnd (Vibrionen); bald sehr langsam, bald so rasch, dass irgend welche Detailbeobachtungen kaum angestellt werden können (B. typhi).

In manchen Fällen ist ein Entscheid schwierig, ob eine wirkliche **aktive Eigenbewegung** stattfindet, oder ob die Mikroorganismen nur die sogenannte **Brown'sche Molekularbewegung** besonders kräftig zeigen, jenes Tanzen und Zittern, das auch fein verteilte nicht organisierte Partikelchen aufweisen. In solchen Fällen empfiehlt sich neben dem Versuche, die Geisseln sichtbar zu machen (Techn. Anhang), den Organismus in einem Tropfen 5% Karbolsäure oder 1% Sublimat zu untersuchen. Dauern jetzt die Bewegungen noch fort, so haben wir es nur mit Molekularbewegungen zu thun gehabt. Im grossen und ganzen ist die Ausrüstung mit Geisseln, und die Beweglichkeit, wie es scheint, eine ziemlich konstante Eigenschaft, wenn sie einmal vorhanden ist. Manche Arten zeigen durchaus nicht immer Eigenbewegung, sondern auf manchen Nährböden fehlt sie. Nach A. Fischer kann bei tadellos ausgebildeten Geisseln die Eigenbewegung fehlen, z. B. bei Bac. subtilis auf einem Nährboden mit 2—4% Salmiak. Wir haben bei Microc. agilis Ali-Cohen in 2 verschiedenen aus guter

---

[1]) An der lebhaft beweglichen Spirochaete Obermeieri und der langsam kriechenden Beggiatoa sind bisher keine Geisseln nachweisbar gewesen, man vermutet deshalb eine Bewegung durch eine undulierende schmale den Organismus einfassende Membran.

Quelle bezogenen Kulturen nie Eigenbewegung oder Geisseln gesehen und die Ueberzeugung gewonnen, dass die gleiche Art mit und ohne Geisseln auftreten kann. (Vergl. spec. Teil.)

Manche chemische Stoffe wirken anlockend (**Positive Chemotaxis**) andere abstossend auf die Bakterien (**Negative Chemotaxis**), wie zuerst Pfeffer gezeigt hat. Besonders wirkt Sauerstoff anziehend auf aërobe, abstossend auf anaërobe Bakterien. Wie Beyerinck zeigte, kann man folgendermassen [1]) sehr schöne **chemotaktische** resp. aërotaktische **Figuren** erhalten. Man gibt in ein Reagensglas, das mit sterilisiertem Wasser $^3/_4$ gefüllt ist, eine unsterilisierte Bohne, Erbse oder dergl. Die Bohne gibt durch Diffusion Nährstoffe ab, die sich langsam nach oben fortpflanzen. In dieser schwachen Nährlösung entwickeln sich gewisse mit der Bohne eingeführte Arten in scharfen horizontalen Niveaus, die langsam in die Höhe steigen. Manche Arten bilden mehrere Niveaus übereinander. Ich habe diese interessanten Angaben durch Herrn cand. med. Miodowski nachprüfen lassen und sie im wesentlichen bestätigt gefunden, nur fanden wir statt des keine Sporen bildenden Bac. perlibratus Bey., der bei Beyerincks Untersuchungen meist die Niveaus gebildet hatte, meist einen dem Bac. mesentericus nahestehenden Pilz und den B. subtilis (vergl. Beyerinck C. B. XIV. 827 u. Miodowski, Dissert. Würzburg 1896).

Einen **positiven Thermotropismus** hat Schenk beobachtet. Erwärmt man einen hängenden Tropfen mit Bakterien an einer Stelle mit einem warmen Draht (Temperaturdifferenz 8—10°, so streben die Bakterien dort hin. (C. B. XIV.)

2. Optische Leistungen.

Ziemlich weit verbreitet finden sich namentlich in und an salzreichen Medien (Meerwasser, Elbe, gesalzene Fische) **Licht aussendende Bakterien**, von denen eine ziemliche Zahl — meist Bacillen und Vibrionen — genau

[1]) Weitere z. T. zum Studium anaërober Arten geeignete schöne Methoden siehe im Original.

studiert sind. Das Leuchten ist ein **Lebenssympton** der Bakterien und beruht nicht etwa auf der Oxydation einer photogenen von den Bakterien abgesonderten Substanz (K. B. Lehmann u. Tollhausen C. B. V. 785). Alle Momente vernichten es, die das Leben der Bakterien schädigen: Kälte macht die Organismen kältestarr und unterbricht das Leuchten, so lange sie dauert. Hohe Temperatur, Säuren, Chloroform etc. stören momentan das Leuchten, stets lassen sich von leuchtenden Kulturen lebende Bakterien abimpfen, stets ist eine keimfrei filtrierte Kultur lichtlos. Kann aber der Organismus nicht leuchten ohne zu leben, so kann er doch sehr gut leben ohne zu leuchten z. B. in einer Kohlensäureatmosphäre. Aehnlich kann der Muskel nicht zucken ohne zu leben, aber sehr wohl leben ohne zu zucken.

Nach Beyerinck (C. B. VIII. p. 716 u. 651), der alle lichtgebenden Spaltpilze in ein (physiologisches) „Genus“ **Photobacterium** zusammenfasst, bedürfeu alle Leuchtbakterien Pepton und Sauerstoff um zu leuchten, zwei seiner sechs Arten begnügen sich damit, die vier andern gebrauchen neben Pepton um anhaltend zu leuchten noch eine Kohlenstoffquelle, die aber ebenfalls noch Stickstoff enthalten darf. Als solche können namentlich kleine Mengen von Zuckerarten (Dextrose, Laevulose, Galactose z. Th. Maltose) und Glycerin sowie Asparagin dienen. Höherer Zuckergehalt erzeugt bei einigen unter Auftreten starker Gärungssymptome und Säurebildung Aufhören des Leuchtens. Als Salzgehalt empfiehlt sich 3—4 % Kochsalz, Magnesiumchlorid scheint das Leuchten noch weiter zu fördern, am besten ist Seesalz.

Will man die **Leuchtfähigkeit erhalten**, so ist ein Gelatinenährboden zu empfehlen, der aus einer Fischabkochung in Meerwasser (ev. künstliches Seewasser mit 3% Seesalz) unter Zusatz von 1% Pepton, 1% Glycerin, ½% Asparagin hergestellt wird. Aber auch auf diesem Nährboden geht bei seltener Uebertragung die Leuchtfähigkeit bald verloren, so dass man in den meisten Instituten nur nicht leuchtende Leuchtbacillen findet. Durch mehrfache rasche Uebertragung auf geeignete Nährböden gelingt es häufig, die photogene Eigenschaft wieder aufleben zu lassen. Ich empfehle 2 Salzheringe in 1 Liter Wasser zu kochen und dem Filtrat ohne Neutralisierung 10 % Gelatine zuzusetzen.

3. Thermische Leistungen.

Die Wärmeentwickelung beim Stoffwechsel der Bakterien fällt in unseren gewöhnlichen Kulturen ihrer geringen Grösse wegen nicht auf, selbst üppig wuchernde gärende Flüssigkeitskulturen verraten der Hand keine merkliche Wärmebildung.

Dagegen ist es unzweifelhaft, dass die Erhitzung, welche feucht lagernde zersetzungsfähige organische Stoffe: Tabak, Heu, Dünger etc. erfahren, mindestens teilweise auf Bakterienthätigkeit beruht. Bei der hohen Temperatur, die dabei entsteht, ist die Vermutung von Lydia Rabinowitsch, es möchten hier die thermophilen Bakterien beteiligt sein, sehr wahrscheinlich, genauere Arbeiten über die Erreger dieser hohen Temperaturen fehlen noch. (Vergl. Rabinowitsch. Z. H. XX. 163.)

4. Chemische Leistungen.

Die teilweise von Lichtproduktion, stets von minimaler Wärmebildung begleiteten chemischen Leistungen der Bakterien sind heute trotz der äusserst mannigfaltigen und erfolgreichen Arbeiten der letzten 25 Jahre erst in den gröbsten Umrissen bekannt. Wir kennen vielfach nur die Hauptprodukte, ohne über die Mechanik ihrer Entstehung, die Zwischenprodukte und die in geringer Menge auftretenden Körper genauer unterrichtet zu sein.

Folgende **3 Hauptarten chemischer Leistung** können wir unterscheiden:

1) Die Bakterien bauen ihre **Leibessubstanz** auf. Hierüber ist bereits das Nötigste im Zusammenhang gesagt.
2) Die Bakterien scheiden **Fermente** aus, bestimmt in ihrer Umgebung den Nährboden zur Assimilation geeigneter zu machen. Die Produkte, die dabei in der Umgebung der Bakterien entstehen, kann man als **Umsatzprodukte** bezeichnen.
3) Die Bakterien assimilieren Stoffe und scheiden dafür andere aus — eigentliche **Stoffwechselprodukte.** Eine Trennung von **Gärprodukten** und **Stoffwechselprodukten,** wie sie noch zuweilen

versucht wird, **ist principiell unrichtig**, da die Stoffe nur vergoren werden, wenn sie vorher in die Bakterienzelle eingedrungen sind, es sind also die **Gärprodukte Stoffwechselprodukte unter dem Einflusse besonderer Ernährung.** (vgl. p. 60.)

I. Die Bakterienfermente und die durch sie erzeugten Umsetzungen.

Unter **Fermenten** im engeren Sinne — **Enzymen** — (der Gebrauch, Mikroorganismen als „belebte Fermente" zu bezeichnen, ist verwerflich und im Abnehmen) versteht man bekanntlich chemische Körper, die in minimalen Mengen, und ohne dabei verbraucht zu werden, imstande sind, grosse Mengen bestimmter kompliziert gebauter organischer Moleküle in einfachere, kleinere, leichter lösliche und diffundierbare zu spalten.[1])

Von chemischen Fermenten dürfen wir nur sprechen, wenn wir nachweisen:

1) Entweder, dass auch bei Anwesenheit sicher pilztötender — aber Fermente nicht gefährdender Mittel z. B. Phenol 3⁰/o, Thymol 1⁰/oo, Chloroform, Aether, die Fermententwicklung fortdauert, oder
2) dass auch das keimfreie Filtrat der Bakterienkultur durch Thon- oder Porzellancylinder die Fermententwirkung besitzt, oder gar,
3) dass einem pulverförmig und steril herstellbaren Fermentpräparat die Wirkung zukommt.

Von den ausserordentlich zahlreichen Einzelheiten, die namentlich Fermi's[2]) methodische und gründliche Arbeiten kennen gelehrt haben, kann hier nur das wichtigste mitgeteilt werden. Alle Fermente dialysieren so wenig wie gewöhnliche Eiweisskörper durch gutes Pergamentpapier.

Proteolytische = Eiweisslösende Enzyme sind weit

---

[1]) Diese Definition passt auf ein einziges Ferment, das Labferment nicht, das die Milch koaguliert. Vergl. pag. 59.

[2]) A. H. X. 1; XII. 238; XIV. 1; B. C. XII. 713; B. C. Ab. II. I. 482.

verbreitet. Die Verflüssigung des dem Eiweiss chemisch nahestehenden Leims (Gelatine) unserer Nährböden ist ein sicheres Zeichen für die Anwesenheit eines proteolytischen Ferments. Da die Reaktion, bei der die Gelatine gelöst wird, stets eine alkalische ist oder sein kann, so liegt in den Bakterienkulturen kein Pepsin (das ja nur bei saurer Reaktion wirksam ist) sondern ein Trypsin vor. Die einzelnen Bakteriotrypsine sind unter einander an Resistenz gegen Hitze, (sie ertragen feucht 1 h lang 55°—70°), Empfindlichkeit gegen verschiedene Säuren u. s. f. recht verschieden. Einige wirken auch noch bei ziemlichem Säurezusatz, nie aber besser als bei alkalischer Reaktion.

Viel schwächer als die Wirkung auf Leim ist die Wirkung auf Fibrin,[1]) es hat deswegen Fermi als bequemsten und sichersten Nachweis selbst spurweise vorhandener proteolytischer Fermente folgende **Methode** empfohlen: Man stellt sich eine nicht neutralisierte Auflösung von ca. 7% Gelatine in 1% wässriger Karbolsäure her und füllt sie gleich hoch in gleich weite Röhrchen. Die auf proteolytisches Ferment zu prüfende Lösung schichtet man mit 2% Karbolsäure versehen auf die erstarrte Gelatine und beobachtet bei Zimmertemperatur an einer Millimeterskala, wie im Laufe der Tage und Wochen die Gelatineverflüssigung vorschreitet. Zu qualitativen Versuchen dient zur Aufschichtung einfach 1 cbcm einer verflüssigten mit Karbolsäure sterilisierten Gelatinekultur[2]), dieses Material genügt auch, wenn man den Einfluss des Nährbodens auf die Fermentbildung untersuchen will. Man kann aber natürlich mit dieser Methode auch die Wirkung verschiedener Konzentrationen von verschiedenen rein dargestellten Bakterientrypsinen vergleichen. Je niedriger der Gelatinegehalt, je näher die Temperatur an der Bruttemperatur, desto sicherer erhält man auch von Fermentspuren eine Wirkung. In solch kritischen Fällen setzt man den Versuch 14 Tage fort und kontroliert dann, ob die mit dem Ferment versehenen Gläschen im Eisschrank flüssig bleiben, während die Kontrolen erstarren.

Zum Nachweis einer echten Peptonbildung aus den Eiweisskörpern verfährt man so:

Man züchtet die fragliche Bakterienart auf flüssigen eiweissreichen peptonfreien Nährböden (Blutserum, Milchserum, Milch). Ist die Kultur gut gewachsen, so fällt man alle Eiweisskörper bis

---

[1]) Fermi fand nur wenige Bakteriotrypsine auf Fibrin, keines auf Eiweisswürfel wirksam.

[2]) Es darf natürlich niemals ein Kontrolversuch mit (fermentfreiem) 2% Karbolwasser unterbleiben.

auf die Peptone durch Zusatz von festem Ammoniumsulfat (auf 20 cbcm etwa 30 g). Milch und Milchserum darf man dabei auf 60—80°, Blutserum auf ca. 40° erwärmen. Der entstehende Niederschlag wird auf einem Filter abfiltriert, das Filtrat abgekühlt, eine Probe mit Kalilauge kräftig alkalisch gemacht und tropfenweise mit 1%iger Kupfersulfatlösung versetzt. Auftreten einer Rosafarbe deutet auf Peptonanwesenheit.[1])

Die Bildung proteolytischer Fermente schwankt bei vielen — vielleicht bei allen — Species in weit höherem Masse als man nach den landläufigen Beschreibungen vermuten sollte. Beyerinck hat bei 2 Leuchtvibrionen gefunden, dass der eine anfangs sehr langsam verflüssigende nach längerer Kultur immer rascher Gelatine auflöste, während sich eine andere Art gerade umgekehrt verhielt. Ganz ähnliches hat Katz von den australischen Leuchtbakterien beobachtet. Besonders genau haben Max Gruber und Firtsch die Entstehung schwach verflüssigender Rassen beim Vibrio Proteus beobachtet (A. H. VIII. 369), aber auch vom Choleravibrio, vom Bact. vulgare, dem Micrococcus pyogenes liegen ähnliche Erfahrungen vor, ja manche Beobachter haben sogar verflüssigenden Streptococcus pyogenes gesehen.

Auch wir haben bei vielen Arten beobachtet, dass auf dünnen Platten die einzelnen deutlich sichtbaren oberflächlichen Kolonien eine ganz verschiedene Verflüssigung zeigten, oft derart, dass ein Anfänger es für unmöglich halten musste, dass nicht mehrere Arten vorlagen.

Es ist sehr bedauerlich, dass durch diese Beobachtungen eines der bequemsten diagnostischen Hilfsmittel die **Verflüssigung der Gelatine an Wert nicht unerheblich verloren hat.**

Die Ursachen der Ab- und Zunahme der Verflüssigung bei längerer Kultur suchen wir in unseren künstlichen Nährböden oder im Einfluss der Stoffwechselprodukte des Mikroorganismus — ohne genaueres angeben zu können.

Ueber den **Einfluss der Nährböden** auf die Trypsinbildung einer Kultur resp die **Verflüssigung** der Gelatine ist folgendes bekannt:

---

[1]) Durch neuere Forschungen ist allerdings erwiesen, dass neben Pepton auch einige Albumosen durch Ammonsulfat teilweise ungefällt bleiben.

1) Die meisten Umstände, welche das Wachstum einer Bakterienart auf einem Nährboden schädigen, stören auch die Verflüssigung z. B. Phenolzugabe, hoher Glyceringehalt. Wood hat die geschwächte Gelatineverflüssigungsfähigkeit, die durch Phenol hervorgebracht war, mehrere Generationen lang auf gutem Nährboden fortdauern sehen. (C. B. VIII. 266.)

2) In Wasserstoff und Stickstoff verflüssigen die verflüssigenden fakultativ Anaëroben nicht die Gelatine[1]), dagegen in Kohlensäure, wenn sie darin überhaupt zu gedeihen vermögen. (Vergl. Tabelle I.) Da die Gase auf die Fermentwirkung nach Fermi ohne Einfluss sind, müssen sie die Fermentbildung beeinflussen. Die obligaten Anaëroben zeigen dagegen vorwiegend die schönste Gelatineverflüssigung.

3) Zuckerzusatz stört bei vielen Bakterien nicht das Wachstum, aber die Verflüssigung der Gelatine, so z. B. bei Bact. vulgare (Proteus vulgaris), aber nicht bei Bac. subtilis. (Kuhn A. H. XIII. 70). Zur Aufklärung kann vielleicht dienen, dass B. vulgare aus Zucker stark Säure bildet und dass das Vulgare-Trypsin gegen Säure empfindlich ist. Es bildeten uns auf 10 cbcm 1% Traubenzuckergelatine in 5 Tagen Bact. vulgare 3,7, Vibrio Proteus 2,1 Bac. subtilis 1,7, Bac. anthracis 0,9 cbcm $^1/_{10}$ Normalsäure — nur Bact. vulgare war unverflüssigt.

4) In flüssigen eiweissfreien glycerinhaltigen (zuckerfreien) Nährböden bilden nur wenige Bakterien proteolytische Fermente z. B. B. prodigiosum und B. pyocyaneum). Auch auf Peptonbouillon scheint die Fermentbildung schwächer als auf Peptonbouillongelatine. (Fermi).

Auf eiweisshaltigen Nährböden entstehen durch die verflüssigenden Bakterien bitter schmeckende Stoffwechselprodukte, so z. B. auf Milch durch sehr viele Arten, (Hüppe.) **Eine Aufzählung der Trypsinbildenden Arten kann unterbleiben**, da diese Arten durch ihre **Gelatineverflüssigung** als Trypsinbilder charakterisiert sind.

---

[1]) Mit einziger Ausnahme von B. prodigiosum, das aber bei gleichzeitigem Traubenzuckerzusatz auch die Verflüssigung unterlässt.

Weniger genau sind die anderen Fermente der Spaltpilze studiert.

Diastatische Fermente verwandeln Stärke in Zucker [1]. Dieselben werden nachgewiesen dadurch, dass man 1⁰/₀ Thymol enthaltenden dünnen Stärkekleister mit der mit 1 bis 2⁰/₀ Thymol versetzten Kultur zusammenbringt und 6—8^{h} im Brutschrank hält. Jetzt versetzt man mit etwas Fehling'scher Lösung und erkennt beim Erhitzen an der Kupferreduktion (rotgelber Niederschlag) den Zucker. — Man kann auch direkt Kartoffelbreikulturen der Bakterien auf Zucker untersuchen, indem man die Kulturen auskocht und den Extrakt verwendet.

Etwa ¹/₃ der untersuchten Arten besitzt — und zwar nur auf eiweisshaltigem Nährboden — nach Fermi die Fähigkeit solches Ferment zu bilden. (A. H. X. u. C. B. XII. p. 713). Die Bacillen der Subtilisgruppe (Milzbrand, Megatherium, Fitzianus etc.) die Vibrionen aus der Verwandtschaft des Choleravibrio, ausserdem: Micrococcus tetragenus, Micrococcus mastitidis, Bact. violaceum, Bact. mallei, Bact. pyogenes foetidum, Bact. phosphorescens, Bact. pneumoniae, Bact. synxanthum, Bact. aceticum — die übrigen nicht oder zweifelhaft. Ausserdem alle Actinomyces und Oosporaarten (mit Ausnahme von Oo. carnea). Die Mehrzahl der Arten verbraucht nachher den Zucker weiter unter Säurebildung, andere nicht, z. B. Bacillus subtilis.

Invertierende Fermente, d. h. solche, die Rohrzucker in Traubenzucker verwandeln, sind nach Fermi und Montesano selten (C. f. B. Ab. II Bd. I. 482). Sie werden nachgewiesen, indem man eine 1—2⁰/₀ige Rohrzuckerlösung bei Anwesenheit von 1⁰/₀ Karbolsäure einige Stunden mit einer mit 1⁰/₀ Karbolsäure versetzten Kultur zusammenbringt und dann prüft, ob die Flüssigkeit nach einigem Stehen Fehling'sche Lösung reduciert, was Rohrzucker bekanntlich nicht thut. Stets sind Kontrolversuche mit Rohrzuckerlösung allein notwendig. Spaltpilzinvertin verträgt (immer ?) 100⁰ über eine Stunde, entsteht auch auf eiweissfreiem Nährboden, wenn Glycerin zugegen ist. Als Bildner invertierender Fermente führen die obigen Autoren nur an: Bacillus megatherium, B. kiliense, B. fluorescens liquefaciens, B. vulgare und Vibrio cholerae und Metschnikovii.

Die Bestrebungen ein **Emulsin** ähnliches Ferment zu finden, scheiterten, nur der „Micrococcus pyogenes

tenuis“ spaltet — aber ohne dass diese Funktion vom Zellleben zu trennen wäre, aus Amygdalin Benzaldehyd ab.

Labfermente, d. h. Milch bei neutraler (resp. amphoterer) Reaktion, unabhängig von Säurewirkung koagulierende Körper fehlen nicht bei den Spaltpilzen. Nachweisen lässt sich dasselbe z. B. in nicht zu alten Kulturen von Bact. prodigiosum, die bei 55—60^0 sterilisiert noch mit Leichtigkeit sterilisierte Milch in 1 bis einigen Tagen solide koaguliert. (Gorini C. B. XII. 666.)

Eingehende Untersuchungen über die Verbreitung dieses Ferments fehlen meines Wissens noch. Wir dürfen es bei all den Arten vermuten, die, ohne die Fähigkeit aus Milchzucker Milchsäure zu bilden, Milch koagulieren.

II. Die chemischen Leistungen des Bakterienstoffwechsels.

Ebenso wie die Fermentbildung, sind auch die meisten übrigen **chemischen Leistungen** der Bakterien in hohem Masse **vom Nährboden abhängig.** Am auffallendsten wird dies, wenn man das Wachstum vieler Bakterienarten auf eiweisshaltigem, einmal **zuckerfreiem** ein andermal **zuckerhaltigem** Nährboden beobachtet. Während im ersten Falle ausser Farbstoffen und ev. etwas Geruchsstoffen kaum sinnfällige Stoffwechselprodukte gebildet werden, findet im zweiten oft eine durch Gasentwicklung und lebhafte Säureproduktion auffällig gekennzeichnete Umsetzung statt. Es erregt eben der Organismus auf dem zuckerhaltigen Nährboden „Gärung“ auf dem anderen nicht.

Bei der praktischen (und diagnostischen) Wichtigkeit des Gärvermögens muss hier vor allem eine präcise Definition für diesen Vorgang gegeben werden:

Der Ausdruck **Gärung** wird in der Litteratur in der verschiedensten Bedeutung gebraucht.

1) Manche Autoren nennen jede typische durch Bakterien bedingte Zersetzung eine Gärung und sprechen z. B. von der fauligen Gärung der Eiweisskörper.

2) Andere beschränken das Wort Gärung auf

Prozesse, die mit sichtbarer Gasbläschenbildung verlaufen; nach dieser Definition ist die Salpetersäureverwandlung in Stickstoff so gut eine Gärung wie die Vergärung des Milchzuckers durch Bact. acid. lactici.

3) Noch andere sprechen nur dann von Gärung, wenn es sich um eine Zerlegung von Kohlehydraten mit oder ohne Gasbildung handelt.

Mir scheint der Ausdruck **Gärung** stets dann am Platze, wenn sich nachweisen lässt, dass ein Organismus neben oder statt seiner übrigen Stoffwechselprodukte ein oder einige besondere Stoffwechselprodukte in auffallender Menge bildet — Stoffwechselprodukte, die fast stets der nur oberflächlichen Spaltung eines leicht spaltbaren Bakteriennährstoffs entstammen (spaltende Gärung). Seltener ist die oxydative Gärung (vergl. unten). **Bedingung der Gärung** ist, stets die **Anwesenheit** eines bestimmten **Nährstoffs**, den der Pilz besonders leicht und mühelos angreift, oft unter Verschmähung von schwieriger zugänglichen Stoffen, die er sonst bei Abwesenheit der vergärbaren Substanz zersetzt.

Jede Gärung hat den Zweck, dem gärenden Organismus **Energievorrat** zuzuführen, dies wird bei der **spaltenden Gärung** erreicht, indem im Inneren der Spaltpilzzelle das kompliziertere gärungsfähige Molekül in kleinere Stücke zerfällt, wobei Wärme frei wird. Ich zeige dies nur am Beispiel der gewöhnlichsten Arten der Vergärung des Zuckers, wo die Sache sehr einfach liegt.

$$C_6H_{12}O_6 = 2\,C_2H_6O + 2\,CO_2$$

1 Traubenzucker = 2 Alkohol + 2 Kohlensäure

oder

$$C_6H_{12}O_6 = 2\,C_3H_6O_3$$

1 Traubenzucker = 2 Milchsäure

oder

$$C_6H_{12}O_6 = 3\,C_2H_4O_2$$

1 Traubenzucker = 3 Essigsäure.

Besonders bedarf der Organismus einer derartigen Energiequelle, wenn er bei Sauerstoffabschluss wächst und die den aëroben Arten zu Gebote stehende Energiequelle, welche in der Oxydation resorbierter Substanzen durch aufgenommenen Sauerstoff besteht, versiegt. Es sind deshalb alle anaëroben Arten mit starker Vergärfähigkeit für Zucker ausgestattet, manche fakultativ anaëroben nur Gärungserreger auf Zuckernährboden bei Sauerstoffabschluss.

Ein Gegenstück zur spaltenden Gärung ist die viel seltenere **oxydative Gärung**, wofür die Essigsäurebildung aus Alkohol das schönste Beispiel ist. Hier findet ebenfalls eine einseitige Stoffwechselthätigkeit des Essigsäurepilzes statt — derselbe verschafft sich eine bedeutende Energiezufuhr aber nicht durch Spaltung, sondern durch Oxydation des resorbierten Alkohols. Die Kraftgewinnung geschieht hier einfach durch einseitige Ausbildung und Steigerung der gewöhnlichen Vorgänge bei der Ernährung der Spaltpilze.[1])

Nach dem Gesagten sind Gärungsprodukte ebensogut Stoffwechselprodukte wie alle anderen Erzeugnisse der Bakterienzelle, und es ist eine principiell getrennte Behandlung der Gärungen nicht angezeigt. Dagegen wird es sich empfehlen, die Besprechung der einzelnen Bakterienprodukte nach ihrem Entstehen auf zuckerfreien oder zuckerhaltigen Nährböden zu ordnen und daran anzuschliessen einige Leistungen der Spaltpilze, die durch Zerlegung von fettsauren Salzen, Alkoholen etc. vor sich gehen.

A. Leistungen, auf die der Zuckergehalt des Nährbodens ohne grossen Einfluss ist.

1. Farbstoffbildung.

Die Farbstoffe sind chemisch noch sehr wenig studiert, immerhin ist in neuerer Zeit durch einige Schüler von Migula wenigstens eine vorläufige Orientierung ermöglicht.

[1]) Wahrscheinlich ist auch die spaltende Gärung eine stets spurweise und nur unter gewissen Umständen lebhaft ausgeübte Funktion.

Ich folge für die fluorescierenden Farbstoffe den Angaben von Dr. K. Thumm, (Arbeiten des bact. Instituts Karlsruhe, herausgegeben von Klein u. Migula. I Band, 3. Heft p. 291) für die übrigen Farbstoffe denen von Dr. Paul Schneider (eod. loco I. Band, 2. Heft p. 201.)

1) **Rote und gelbe Farbstoffe.** Die 27 untersuchten gelben und roten Spaltpilze liefern nach Schneider fast alle [1]) alkohollösliche, wasserunlösliche Pigmente ,[2]) die sich ausserdem in Aether, Schwefelkohlenstoff, Benzol und Chloroform lösen.

Der grossen Mehrzahl [3]) derselben ist in trocknem Zustande gemeinsam die Eigenschaft, durch konzentrierte Schwefelsäure blaugrün, durch Kalilauge rot oder orange gefärbt zu werden resp. gefärbt zu bleiben. Im einzelnen zeigen die Farbstoffe allerdings mancherlei chemische Differenzen und ziemlich differentes Spektralverhalten, immerhin dürfen wir die Mehrzahl ohne Bedenken in die grosse Gruppe der im Tier- und Pflanzenreich weitverbreiteten **Lipochrome** einreihen, zu denen die Farbstoffe des Fettes, des Eidotters, das **Carotin** der Rüben und viele andere gehören, was Zopf zuerst für einige Fälle erkannte. C. B. XII. 557.

Durchaus verschieden von diesen Stoffen sind die **Pigmente des Bacterium prodigiosum** und Bacterium kiliense; die mit conc. H_2SO_4 braunrot werden, mit Kalilauge dagegen gelbbraun und gelbrot. Dieselben sind unter einander verwandt, aber doch ziemlich verschieden.[4])

---

[1]) Nur der Farbstoff des Mic. cereus flavus Passet war bloss in verdünnter Kalilauge löslich.

[2]) In auffallendem Gegensatz zu diesen Ergebnissen steht, dass M. Freund (C. f. B. XVI. 640) bei der Untersuchung von 4 neu entdeckten roten und gelben Bakterien das Pigment stets in Wasser löslich, in Alkohol und Aether unlöslich fand.

[3]) Es wurden 13 rote und 14 gelbe Spaltpilze untersucht, von denen sich nur Bac. prodigiosum und Bac. kiliense anders verhalten. Bei Schneider finden sich eingehende tabellarische Angaben über die Reaktionen der alkoholischen Lösung und des trockenen Farbstoffs mit verschiedenen Agentien, sowie über das Spektralverhalten.

[4]) Dass dieser Farbstoff oder ein Abkömmling von ihm nicht ganz wasserunlöslich ist, geht daraus hervor, dass in älteren Agarkulturen granatrotes Pigment in den Agar diffundiert.

Man hat vielfach, namentlich wegen des Goldglanzes der Prodigiosumkultur gemeint, es handle sich hier um einen fuchsinartigen Farbstoff — bei genauerem Studium ist aber die Aehnlichkeit nur ganz oberflächlich. Vergleiche spec. Teil.

Violette Farbstoffe: In Bacterium violaceum und ebenso in Bacterium janthinum fand sich ein ebenfalls wasserunlösliches, in Alkohol leicht lösliches, dagegen in Aether, Benzol, Chloroform unlösliches violettes Pigment, das trocken mit konz. Schwefelsäure gelb, mit Kalilauge smaragdgrün wurde, und das in alkoholischer Lösung durch alle starken Säuren und Ammoniak grün bis blaugrün gefärbt wurde. Mit Zink und Schwefelsäure wurde der Farbstoff entfärbt. (Schneider l. c.)

Sehr unvollkommen wurde von Claessen und Schneider (l. c.) der prachtvoll **blaue** Farbstoff des indigoblau wachsenden Bact. indigonaceum Claessen untersucht — dessen Pigment in den üblichen Lösungsmitteln unlöslich ist, in Salzsäure eine vorübergehend blaue, dann gelbbraune Lösung gibt. Auch andere Säuren lösen nur unter Zersetzung. Kalilauge färbt blaugrünlich.

Verschieden von diesen **blauen** Farbstoffen ist das blaue Pigment, das das Bacterium syncyaneum (blaue Milch) neben dem Bakteriofluorscëin (s. unten) bildet und das ich **Syncyanin** zu nennen vorschlage. Der Farbstoff wird von Thumm als sehr unbeständig bezeichnet, Säuren färben ihn stahlblau bei schwacher Acidität ist er blauschwarz, neutral schwarz, alkalisch braunschwarz. Mit dem Bakteriofluorescein soll er nicht zusammenhängen.

Die **fluorescierenden Farbstoffe**, die sich in sehr zahlreichen Bakterienkulturen finden, sind nach den neuen Untersuchungen von K. Thumm alle identisch. Der Farbstoff, den ich **Bakteriofluorescëin** zu nennen vorschlage, ist trocken zitronengelb, amorph, in Wasser und verdünntem Alkohol löslich, in starkem Alkohol, Aether, Schwefelkohlenstoff unlöslich. Die wässerige Lösung ist konzentriert orange, verdünnt blassgelblich und zeigt bei saurer Reaktion keine Fluorescenz, bei neutraler eine

blaue, bei alkalischer eine grüne Fluorescenz. Die Fluorescenz der Kulturen ist anfangs blau, später, indem das von den Bakterien gebildete Ammoniak zunimmt, grün. Gegen Oxydationsmittel ist das Pigment unempfindlich. Farblose Vorstufen (Leukokörper) sind nicht beobachtet. Phosphorsäure und Magnesium sind für die Bildung des Bakteriofluorescëin nötig.

Über die **Schwankungen der chromogenen Funktion** liegen sehr viele Untersuchungen vor. Alle möglichen Einflüsse, die das Gedeihen der Bakterien ungünstig beeinflussen, vermindern auch die Farbstoffbildung und nach fortgesetzter Kultur auf ungeeigneten Nährböden oder bei ungeeigneter Temperatur etc. kann auch für die Nachkommen die Farbstoffbildung bleibend vermindert sein.

So existieren z. B. Rassen des Bact. syncyaneum, die in Agar, Milch keine Spur von Farbstoff mehr bilden (vergl. Behr. C. B. VIII 485), wohl aber auf Kartoffel noch die Umgebung der Kultur dunkel färben. Die Farbstoffbildung scheint hier bloss durch seltenes Abimpfen der Agarkulturen verschwunden zu sein.

Bact. prodigiosum bildet bei 37° keinen Farbstoff, längere Zeit bei dieser Temperatur in immer neuen Übertragungen gezüchtet geht für viele Generationen auch unter günstigen Bedingungen die Farbstoffbildung verloren. (Schottelius.)

Sehr interessant sind zerstreut in der Litteratur enthaltene Erfahrungen über **farbstoffbildende Rassen** sonst **farbloser Arten** z. B. von Fawitzky über gelbe — rostrote Kolonien von Streptococcus lanceolatus, von Kruse und Pasquale über farbige Rassen von Streptococcus pyogenes (Zieglers Beiträge XII), sowie die Erfahrung, die Kutscher kürzlich publizierte, dass ein aus dem Tier gezüchteter Pseudorotzbacillus nur in der ersten Kultur auf Serum lebhaft orangerot wuchs, diese Farbe aber nach wenigen Uebertragungen vollkommen mit weiss vertauschte. (Z. H. XXI. 156). Vielleicht noch wichtiger ist die leicht zu machende Beobachtung, dass aus inneren Ursachen auf Plattenkulturen neben einander zuweilen

gefärbte und ungefärbte Kolonien einer Art auftreten, z. B. bei Bact. kiliense.

2. Die Bildung von alkalischen Stoffwechselprodukten und die Harnstoffgärung.

Nach v. Sommaruga (Z. H. XII. 273) bilden auf **zuckerfreiem** Nährboden die aëroben Bakterien bei ihrer Vermehrung stets **Alkali** aus den Eiweisskörpern.

Bei **Anwesenheit von Zucker** bilden die meisten Arten neben der Alkalibildung aus dem Zucker **Säure**, und es erklärt sich die anfangs neutrale oder schwach saure Reaktion vieler junger Bakterienkulturen einfach aus einem geringen Zuckergehalt der Bouillon (aus dem Fleisch stammend). Ist der Zucker verbraucht, so tritt die Alkalibildung stärker hervor. (Th. Smith.)

Die gebildeten alkalisch reagierenden Körper sind, soweit wir bisher wissen, Ammoniak (zuweilen riechbar), Amine und Ammoniumbasen. Um den Grad der Alkalibildung zu bestimmen, titriert man einfach Röhrchen, die 10 cbcm Peptonbouillon enthalten, unbeimpft und 1—8 Tage nach der Impfung mit $^1/_{10}$ Normal-Säure und Phenolphthaleïn als Indikator, die Differenz der Titrierungen ergibt die Alkalizunahme.

Als Beispiel für die Alkalibildung durch Bakterien, die bei Zuckeranwesenheit energisch Säure (für 100 cbcm entsprechend 5—7 cbcm Normalsäure) bilden, möge folgendes dienen. Es verbrauchten 100 cbcm eines spurweise Fleischzucker enthaltenden ursprünglich mit Phenolphthaleïn eben neutraler Nährbodens:

Beimpft mit	Nach 5 Tagen	Nach 10 Tagen	Nach 15 Tagen
Bact. coli	0,1 Norm. Nat.	0,1 Norm. Nat.	0,25 Norm. Säure

Ein besonderer Fall der Alkalibildung durch Bakterien ist die **Umwandlung von Harnstoff** zu kohlensaurem Ammoniak. $CO(NH_2)_2 + 2H_2O = CO_3(NH_4)_2$.

Leube (Virchow's Arch. 100. p. 540) hat zuerst einige Organismen aus faulendem Harn isoliert, die, wenn auch in bescheidenem Masse, aus Harnstoff, Ammoniak abspalten: Micrococcus ureae Leube, Bacillus ureae Leube

ferner thun dies Sarcina pulmonum und einige andere unbenannte. Flügge hat einen Micrococcus ureae liquefaciens beschrieben.

Wir haben eine grössere Anzahl von weissen verflüssigenden und nicht verflüssigenden Kokken und Stäbchen aus zersetztem Harn gezüchtet — keiner von ihnen besass in irgend auffälligem Grade auf verdünntem Harn oder einer mit Harnstoff versetzten Nährlösung die Fähigkeit, riechbares Ammoniak abzuspalten, obwohl sie in den Lösungen gediehen. — Es erscheint nicht ausgeschlossen, dass die natürliche Harnstoffgärung teilweise auf einer Symbiose beruht.

Grade sehr verbreitet scheint die Fähigkeit der Harnstoffzerlegung nicht zu sein, Warington erhielt von 24 untersuchten Organismen nur von zweien ammoniakalische Harngärung von „Micrococcus ureae und Bacillus fluorescens". (C. B. VI. 498.)

Von 60 Arten (fast alle im Atlas abgebildeten wurden untersucht) bildeten auf sterilisiertem Menschenharn nur 3 Arten: Bact. vulgare, Bact. prodigiosum und kiliense deutlichen Ammoniakgeruch. Vom Bact. vulgare hat dies Brodmeier inzwischen auch angegeben.

Leube wandte Jacksch's Nährlösung an: In 1 Liter 0,125 saures Kaliumphosphat, 0,062 Magnesiumsulfat, 5 g Seignettesalz, die durch Kochen sterilisiert wurden. In die sterile Lösung gab er 3 g Harnstoff, der trocken bei 106° sterilisiert wurde. (Kochen von Harnstofflösungen ist zu vermeiden, denn es verwandelt sich dadurch ein Teil des Harnstoffs in Ammoniumkarbonat). — Zum Nachweis des gebildeten Ammoniaks benützte Leube Nesslers Reagens — eine allerdings sehr empfindliche Probe. Für das Studium der quantitativen Verhältnisse vgl. Brodmeier (C. B. XVIII. p. 380). Auf zuckerhaltigem Nährboden wird kein Harnstoff zersetzt. Drei sehr stark Harnstoff spaltende Stäbchen beschrieben neuestens Burri, Herfeldt und Stutzer (C. B. Abt. II Bd. I. 284).

Neben dem Ammoniak sind namentlich durch Brieger's Untersuchungen (über Ptomaïne Heft I—III Berlin,

Hirschwald) eine grosse Zahl basischer krystallinischer stickstoffhaltiger Körper als Produkte des Bakterienstoffwechsels erkannt. Diese Körper nennt man jetzt gewöhnlich, wenn sie ungiftig sind, **Ptomaïne** (πτῶμα Fäulnis), oder **Fäulnisalkaloide**, wenn sie giftig sind, **Toxine.**[1]) Sie gehören, soweit sie näher untersucht sind, meist in folgende Gruppen:

1) **Amine.** Methylamin, Di- und Trimethylamin:

$$N \begin{cases} CH_3 \\ H \\ H \end{cases} \qquad N \begin{cases} CH_3 \\ CH_3 \\ H \end{cases} \qquad N \begin{cases} CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \end{cases}$$

ähnlich Aethylamin, Di- und Triaethylamin.

Aethylendiamin $\begin{matrix} C \begin{cases} NH_2 \\ H \end{cases} \\ | \\ C \begin{cases} H \\ NH_2 \end{cases} \end{matrix}$ und seine Homologen

Dimethylaethylendiamin - **Putrescin**, isomer damit ist **Sepsin**; Pentamethylendiamin heisst **Cadaverin** u. s. f. Am giftigsten davon ist das Aethylendiamin.

2) Ammoniumbasen. Am bekanntesten ist

Cholin-Bilineurin) — $N \begin{cases} CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \\ OC_2H_5 \\ OH \end{cases}$

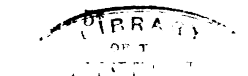
nahe verwandt **Muscarin** ($C_5 H_{15} NO_3$), **Vinylcholin** $C_5 H_{13} NO$, **Neuridin** $C_5 H_{14} N_2$ u. a.

3) **Pyridinderivate.** Vom **Pyridin** $C_6 H_5 N$ abgeleitet; gefunden sind namentlich **Collidin** $C_8 H_{11} N$, **Parvolin** $C_9 H_{13} N$.

4) **Indol** ($C_8 H_7 N$) und **Skatol** ($C_9 H_9 N$) vergl. pag. 75.

---

[1]) Mit der Weiterentwickelung unserer Kenntnisse von den Bakteriengiften hat der Begriff Toxin wieder eine Erweiterung erfahren, so dass jetzt die meisten Autoren **alle Bakteriengifte** ohne Rücksicht auf ihre chemische Konstitution **Toxine** nennen, und bei der grösseren Bedeutung der „eiweissartigen" Bakteriengifte sogar vorwiegend die letzteren darunter verstehen.



Ausserdem sind noch **Amidosäuren** (Leucin, Tyrosin u. a.), Verwandte des **Guanidins** $C(NH)(NH_2)_2$ und noch zahlreiche ungenügend oder schwach charakterisierte Körper bekannt geworden, deren Aufzählung hier nutzlos wäre, da die giftigen unter ihnen heute **nicht mehr** wie während einiger Jahre **als die eigentlichen Krankheitsgifte** angesehen werden. (vergl. pag. 69.)

Die Isolierung dieser Körper kann hier nur angedeutet werden. Nach Briegers Methode, die meist Anwendung findet, kocht man bei schwach salzsaurer Reaktion kurz auf, engt das Filtrat zum Syrup ein, löst ihn in 96 % Alkohol und befreit ihn durch alkoholisches Bleiacetat von Verunreinigungen (besonders Eiweisspuren), entbleit, konzentriert das Filtrat und fällt aus diesem mit alkoholischer Sublimatlösung die Quecksilberdoppelverbindung der Ptomaïne. Hat man den Alkohol durch Hitze, das Quecksilber durch Schwefelwasserstoff entfernt, so stellt man die charakteristischen Gold- und Platindoppelverbindungen dar, deren Krystallisierbarkeit eine Reinigung erlaubt — oder man sucht direkt die krystallinischen Chlorhydrate und durch Natronlauge die freien öfters flüssigen Basen zu gewinnen.

Manche Ptomaïne sind, ähnlich wie sehr viele Pflanzenalkaloide, sobald sie durch Kalilange in Freiheit gesetzt werden, leicht mit Aether in wässriger Lösung auszuschütteln, doch ist Brieger's Verfahren weit empfehlenswerter, da es viele Körper berücksichtigt, die in Aether nicht übergehen.

3. Bildung von komplizierten „eiweissartigen“ giftigen Stoffwechselprodukte.
(„Toxalbumine“ Toxine.)

Im Anschluss an die Besprechung der relativ einfach aufgebauten basischen mehr weniger giftigen Stoffwechselprodukte der Bakterien mag in möglichster Kürze über die **sonstigen Bakteriengifte** berichtet werden. Man kann sie bei dem jetzigen Stand unseres Wissens in 2 Klassen teilen:

1. **Bakterienproteïne** (Buchner). Man versteht darunter **hitzebeständige** Fieber erzeugende (pyrogene) und Entzündung erregende (phlogogene) eiweissartige Stoffe, die durch mehrstündiges

Kochen abgestreifter Kartoffelkulturen mit ½ %-iger Kalilauge (etwa 50 Vol. Kalilauge auf 1 Vol. Bakteriensubstanz) erhalten werden. Die klar durch Papier filtrierte Flüssigkeit lässt auf vorsichtiges schwaches Ansäuren die Proteïne ausfallen. Die abfiltrierten ausgewaschenen Proteïne können getrocknet und vor ihrer Verwendung in wenig schwacher Sodalösung gelöst werden.

Das bekannteste Proteïn ist das Koch'sche **Tuberkulin,** auch das **Malleïn** gehört hierher. Nach Buchner und Römer wirken alle Bakterienproteïne im wesentlichen gleich, nach Mathes hat sogar durch Pepsinwirkung auf Eiweiss gewonnene mit Bakterien in gar keinem Zusammenhang stehende **Deuteroalbumose** die gleiche Wirkung auf tuberkulöse Meerschweinchen.

2. **„Toxalbumine".** C. Fränkel und Brieger fanden (Deut. med. Wochensch. 1890 N. 4 u. 5) vereinzelte Angaben früherer Forscher (Christmas, Roux und Yersin, Hankin) nachprüfend in grossem Umfang bestätigt, dass sich durch Eiweissfällungsmittel amorphe Gifte aus den Bouillonkulturen vieler Bakterien niederschlagen lassen, die eine intensive und zwar meist specifische (der lebenden Kultur ähnliche) Giftwirkung entfalten. Sie nannten diese Gifte Toxalbumine und brachten sie in Analogie mit den giftigen Eiweisskörpern aus manchen Pflanzen (Ricin aus Ricinus communis, Abrin aus Abrus precatorius u. s. f.). Die Mehrzahl der Forscher betrachtete und betrachtet zum Teil noch heute diese Gifte als **„labile" Eiweisskörper,** die aus der Bakterienzelle abstammen. Vielfach bringt man sie auch mit Schlangengift und mit den Enzymen in Parallele. Sie teilen mit diesen Körpern ihre **grosse Empfindlichkeit gegen Hitze, Reagentien, Licht** u. s. f.

Die **Gewinnung** der **„Toxalbumine“** als Rohprodukt geschieht durch Ausfällung der im Vacuum eingeengten älteren Bouillonkulturen der Bakterien, die vorher durch ein Porzellanfilter von lebenden Keimen befreit waren, mit absol. Alkohol oder Ammoniumsulfat. Im letzteren Falle befreit man die abfiltrierten Niederschläge durch Dialyse gegen fliessendes Wasser im Pergamentschlauch von Ammonsulfat und versucht nach erneutem starken Einengen im Vacuum die Körper mit absol. Alkohol zu fällen. — Neuerdings haben wir gelernt, dass Zinkchlorid die Körper quantitativ fällt, aus dem Niederschlag lassen sich die Toxine mit Natriumphosphat frei machen. Brieger und Boer (Z. H. XXI. 268).

Von Anfang an wurden aber Bedenken laut, ob diese „Toxalbumine“ nicht nur durch ausgefälltes Eiweiss niedergerissene Körper seien, die vielleicht mit Eiweiss gar nichts zu thun haben.

Beim Tetanusgift ist es nun Brieger und Cohn (Z. H. XV. 1) gelungen, aus dem Rohgift unter grossen Vorsichtsmassregeln mit Bleiacetat und Ammoniak ein Reingift zu gewinnen, das nur noch mit Kupfersulfat und Natronlauge eine schwache Violettfärbung zeigt, sonst aber keine Eiweissreaktion, es ist phosphorfrei und fast ganz schwefelfrei. Damit erscheint der Beweis erbracht, dass das **Tetanusgift kein Eiweisskörper** ist.

Die Angaben von Uschinsky, auf eiweissfreiem Nährboden (pag. 28.) eiweissartiges Tetanus- und Diphtheriegift erhalten zu haben, liessen sich bisher nicht nachprüfen, da es deutschen Forschern nicht gelingen wollte, ein genügendes Wachstum dieser Organismen auf dem eiweissfreien Nährboden zu erreichen. Choleravibrionen bildeten Brieger und Cohn ein eiweissfreies Gift auf dem Uschinsky-Nährboden. Auch das Diphtheriegift ist jetzt als eiweisfrei erkannt. (Brieger und Boer l. c.)

Es wird immer mehr Gebrauch, die Bakteriengifte kurz **Toxine** zu nennen, und die Existenz der oben beschriebenen krystallisierbaren Toxine einfacher Konstitution ganz zu ignorieren.

Ueber die sonstigen Eigenschaften dieser Toxine will ich, indem ich das Tetanusgift als Beispiel wähle, einige genauere Angaben machen. (Brieger u. Cohn l. c.) Wässrige Lösungen werden durch Erwärmen nicht koaguliert, aber mit der Zeit entgiftet. Zusatz von kleinen Mengen Säure oder Alkali zur Lösung, längeres Durchleiten von Kohlensäure und Schwefelwasserstoff schädigt die Giftigkeit sehr. Trocken verträgt das Gift 70° längere Zeit gut, höhere Temperaturen zersetzen es rasch. Trocken vor Licht, Luft und Feuchtigkeit geschützt, geht es langsam in einen wirkungslosen Körper über, besser erhält es sich mit absolutem Alkohol, wasserfreiem Aether und dergl. überschichtet.

Die **Giftigkeit** des zur Zeit reinsten Tetanusgiftes ist **fast unglaublich**: eine Maus von 15 g stirbt schon an 0,00005 mg, ein Mensch von 70 Kilo würde bei gleicher Empfänglichkeit durch 0,23 mg sterben. Von Strychnin sind 30—100 mg zur Tötung eines Menschen nötig.

4. Schwefelwasserstoff.

Schwefelwasserstoff ist ein **sehr weitverbreitetes** Bakterienprodukt. Der Nachweis geschieht einfach dadurch, dass man mittelst des Wattepfropfes in den Hals des Kulturglases ein feuchtes Bleiacetatpapierstreifchen klemmt und mit einer Gummikappe (aus schwefelfreiem schwarzem Gummi) verschliesst. Häufiges Beobachten der anfänglich bräunlichen, später schwarzen, oft nur schwachen Papierverfärbung ist notwendig, da die Farbe später zuweilen wieder ausbleicht. Man beendige negativ scheinende Versuche nicht zu früh. — Litteratur namentlich: Petri und Maassen (A. G. A. VIII 318 und 490) und Rubner, Stagnitta-Balistreri und Niemann (A. H. XVI).

Der Schwefelwasserstoff kann gebildet werden:

1. **Aus Eiweisskörpern.** (Schon Kochen spaltet bekanntlich aus Eieralbumin H_2S ab!) Diese Fähigkeit kommt nach Petri und Maassen nament-

lich auf flüssigen, peptonreichen (5—10%) und zuckerfreien Nährböden, wenn auch in sehr verschiedenem Grade, allen untersuchten Bakterien zu, in peptonfreier Bouillon bilden nur die wenigsten Arten H_2S (z. B. Bact. vulgare); auf 1% Pepton haltender etwa 50%. (Stagnitta-Balistreri). Wir fanden unter 60 untersuchten Arten auf 2% Peptonbouillon 28, d. h. 47% Schwefelwasserstoffbildner.

2. **Aus Schwefelpulver.** Alle Bakterien bilden in Nährböden, die man mit reinem Schwefelpulver versetzt, wesentlich reichlichere Schwefelwasserstoffmengen, als ohne diesen Zusatz. Petri und Maassen deuten diese Schwefelwasserstoffbildung als eine Funktion des nascierenden Wasserstoffs, den die Bakterien produzieren, resp. fassen diese Schwefelwasserstoffbildung als einen Beweis für die Bildung von nascierendem Wasserstoff auf.

3. **Aus Thiosulfat und Sulfit.** Besonders bei Hefe studiert, aber auch (durch Petri und Maassen) von einigen Bakterien nachgewiesen.

4. **Aus Sulfaten.** Namentlich hat Beyerinck für sein morphologisch nur schwach charakterisiertes, bewegliches, obligat anaërobes Spirillum desulfuricans diese praktisch wichtige Funktion bewiesen; bei den anderen Bakterien ist sie selten entwickelt gefunden. (C. B. Ab. II Bd I 1).

Rubner hat gezeigt, dass bei Bact. vulgare stets der zersetzte organische Schwefel zur Bildung des Schwefelwasserstoffs ausreicht.

Anwesenheit von Zucker in den Nährböden vermindert oder verhindert, selbst wenn die Bakterien energisch Zucker zu zersetzen (vergären) vermögen, nur selten die Schwefelwasserstoffbildung. Die Zerlegung von Kohlehydraten schützt die Eiweisskörper nicht vor Zerlegung. — Störend wirkt die Anwesenheit von Salpeter, es wird unter diesen Umständen nur wenig H_2S, aber reichlich Nitrit gebildet. (Petri und Maassen). — Sauerstoffabschluss begünstigt die Schwefelwasserstoffbildung. — Beim Luftdurchleiten durch die Kulturen fakultativ anaërober Schwefelwasserstoffbildner nimmt die gebildete Schwefelwasserstoffmenge stark ab, dafür werden Sulfate gebildet.

Einige, wohl viele Schwefelwasserstoffbildner bilden auch etwas stinkendes **Mercaptan** CH_3-SH nachweisbar durch die grüne Färbung, die es der gelbrötlichen Isatinschwefelsäure erteilt. Man setzt auf das Kulturglas ein beiderseits offenes Röhrchen, das man mit Glasperlen füllt, die mit einer $1^1/_2{}^0/_0$ Lösung von Isatin in konzentrierter Schwefelsäure befeuchtet sind. Anwesenheit von Zucker in den Nährböden vermindert oder verhindert die Mercaptanbildung.

5. Reduktionsprozesse.

(Reduktion von Farbstoffen, Nitraten etc.)

Wir haben gesehen, dass allgemein auch den aëroben Bakterien die Befähigung zukommt, Schwefelpulver in Schwefelwasserstoff zu verwandeln, wozu nascierender Wasserstoff erforderlich ist.

Aehnliche, wohl zum Teil auch auf nascierenden Wasserstoff zu beziehende Vorgänge sind die folgenden:

1) **Reduktion** von zugesetztem **blauem Lackmusfarbstoff,** von **Methylenblau** und **Indigo** zu farblosen Leukoprodukten. Die mit Luft in Kontakt bleibende Oberflächenschicht zeigt oft keine Reduktion, nur die tieferen Schichten. Durch Schütteln mit Luft lässt sich die Farbe wieder herstellen, wobei aber bei gleichzeitiger Säurebildung gelegentlich der Lackmusfarbstoff rot regeneriert wird. Die Versuchsanordnung ergiebt sich von selbst, als Nährboden dient Bouillon. — Nach Cahen kommt die Lackmusreduktion allen verflüssigenden Bakterien zu, sehr schön lässt sie sich z. B. bei Bacillus fluorescens liquefaciens beobachten, doch trifft man auch nicht verflüssigende Arten z. B. Bact .coli, welche diese Eigenschaft zeigen.

2) **Reduktion** von **Nitraten** zu **Nitriten** und **Ammoniak.** Die erstere Eigenschaft scheint den Bakterien in grossem Umfang zuzukommen, wenigstens fanden Petri u. Maassen bei 6 auf 2,5—5 $^0/_0$ Pepton und 0,5 $^0/_0$ Salpeter enthaltender Bouillon gezüchteten Arten fast ausnahmslos starke Nitritbildung — einmal wurde sogar nur

Ammoniak gefunden. Rubner (A. H. XVI. 62) vermisste die Nitritbildung nur ganz vereinzelt. Warington fand von 25 Arten 18 nitritbildend. — Zuckerzusatz störte bei unseren Versuchen bei Bact. coli, typhi, vulgare, Bacill. anthracis, subtilis, Vibrio cholerae nicht — nach 5 Tagen war auf $^1/_2{}^0/_0$ Salpeter enthaltender $1\,^0/_0$ Peptonbouillon die Nitritreaktion gleich kolossal mit und ohne Anwesenheit von $1\,^0/_0$ Traubenzucker

Der **Nachweis von Nitrit** wird so geführt: Man versetzt die Nitratbouillon — darunter auch 2 ungeimpfte Kontrolproben — wenn die Röhrchen einige Tage im Brutschrank verweilt haben, mit etwas farbloser Jodkaliumstärkelösung (dünner Stärkekleister mit $^1/_2{}^0/_0$ J K.) und einigen Tropfen Schwefelsäure. Die Kontrolröhrchen bleiben farblos, bläuen sich höchstens allmählich ganz schwach, ist aber Nitrit vorhanden, so entsteht eine dunkelblaue bis (bei grossem Nitritgehalt) eine dunkelbraunrote Farbe. — Kleine Nitritmengen werden durch Metaphenylendiamin und etwas verdünnte Schwefelsäure (Gelbbraunfärbung) oder (am schärfsten) durch eine Mischung von Sulfanilsäure und Naphthylamin nachgewiesen (Rothfärbung). Vergl.: Dieudonné A. G. A. XI. 508.

Der **Ammoniaknachweis** durch Zusatz von **Nessler's Reagens** ist nur auf anorganischen und zuckerfreien Nährböden gestattet. In Bouillon tritt fast sofort Reduktion des Nessler'schen Reagens zu schwarzem Quecksilberoxydul ein. Ueber Bouillonkulturen kann man ein mit dem Reagens getränktes Papierstreifchen aufhängen, oder dieselben unter Zusatz von Mg O destillieren und das Destillat mit Nesslers Reagens behandeln. Gelbe bis rothbraune Farbe zeigt Ammoniak an. Kontrollversuche!

6. Aromatische Stoffwechselprodukte.

Offenbar aus Eiweiss entstehen durch das Bakterienleben bei sehr vielen Arten aromatische Körper, von denen **Indol**, **Skatol**, **Phenol**, **Tyrosin**, die be-

kanntesten sind. Methodische Untersuchungen liegen nur über Indol und Phenolvorkommen vor, da diese Körper leicht zu diagnostizieren sind.

Indolnachweis: Man setzt zu der Bouillonkultur — die am besten nicht unter 8 Tage alt ist und ohne Zuckerzusatz angestellt wurde — etwa ihr halbes Volum 10%ige Schwefelsäure. Tritt nun beim Erwärmen auf etwa 80° direkt rosa bis blaurote Farbe auf, so ist Indol und Nitrit gleichzeitig nachgewiesen, da die eben beschriebene Nitrosoindolreaktion diese beiden Körper zu ihrem Gelingen verlangt. So lässt sich bei Cholera und den meisten anderen Vibrionen, zuweilen auch bei Diphtherie der Nachweis führen („**Rote Cholerareaktion**"). Allermeist genügt aber der Schwefelsäurezusatz **nicht**, es ist nötig, noch **wenig Nitrit** zuzusetzen, was auch nachträglich geschehen kann, wenn man erst ohne Nitrit erwärmte und keine oder eine zweifelhafte Reaktion erhielt. Von der etwa ½‰ Natriumnitrit enthaltenden Lösung setzt man 1—2 cbcm zu, bis das Maximum der Reaktion erhalten ist. Zusatz starker Nitritlösungen färbt die saure Flüssigkeit braungelb und vereitelt den Indolnachweis ganz.

Phenolnachweis. Die in zuckerfreier Bouillon gezüchtete Kultur erhält einen Zusatz von etwa ⅕ ihres Volums Salzsäure und wird hierauf destilliert. Das Destillat giebt mit Bromwasser Flocken, oder mit Calciumkarbonat vorsichtig neutralisiert, mit neutralem sehr verdünntem Eisenchlorid eine violette Farbe.

Bei 60 untersuchten Arten fanden wir (z. T. schwache) Indolbildung 23mal, unsere Befunde sind in guter Uebereinstimmung mit den Angaben von Levandovsky (Deutsche med. Wochenschr. 1890 N. 51), namentlich sind Indolbildner: die Coligruppe in weitestem Umfang, Rotz, Diphtherie, Proteus und die meisten Vibrionen. — Mit Ausnahme der Vibrionen bilden nach Levandowsky die aufgeführten Indolbildner auch Phenol, wir haben die Phenolbildung nur für Bacterium coli und vulgare nachgeprüft und in 5 tägigen Kulturen nur Spuren gefunden.

7. Spaltung von Fetten.

Reines ausgeschmolzenes Butterfett ist kein Nährboden für Bakterien. Das Ranzigwerden der Butter setzt sich zusammen: 1) aus einer rein chemischen Zersetzung der Butter durch den Luftsauerstoff unter Einwirkung des Sonnenlichtes (Duclaux, Ritsert), 2) aus einer Milchsäuregärung des in der Butter verbliebenen Milchzuckers. Vergl. v. Klecki (C. B. XV. 354). — Endlich wird aber auch Fett unter Säurebildung von Bakterien angegriffen, wenn es mit Gelatine gemischt als Nährboden dargeboten wird. v. Sommaruga (Z. H. XVII 441).

8. Die Fäulnis. (Anhang zu 1—7.)

Unter **Fäulnis** versteht man in der Laiensprache jede durch Spaltpilze hervorgebrachte, **unter Bildung übelriechender Substanzen verlaufende Zersetzung.**

Bei wissenschaftlicher Betrachtung ergibt sich, dass die Eiweisskörper und ihre Verwandten, (Leim, Albuminoidsubstanzen) das Substrat der Fäulnis sind, die zuerst häufig peptonisiert, dann weiter gespalten werden.

Typische Fäulnis tritt nur bei mangelndem oder spärlichem Sauerstoffzutritt ein, intensives Durchleiten von Luft durch eine Fäulnisbakterienkultur — ein Vorgang, der bei der natürlichen Fäulnis gar nicht vorkommt, — modifiziert den Fäulnisprozess auf das lebhafteste, einmal biologisch indem die anaëroben Fäulnisbakterien getötet oder gehemmt werden und zweitens durch Einwirkung des Sauerstoffs auf die Produkte oder Zwischenprodukte der aëroben und fakultativ anaëroben Bakterien. Endlich erscheint es denkbar, dass die gleichen Bakterien anaërob und aërob von vorneherein verschiedene Fäulnisprodukte liefern.

Als Fäulnisprodukte finden wir die in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Körper:[1]) Pepton,

[1]) Man findet häufig die Angabe, dass bei jeder Fäulnis die Eiweisskörper zuerst peptonisiert werden, da aber Bact. vulgare ꝫ Zenkeri, Bac. putidum als „Fäulniserreger“ allgemein anerkannt

Ammoniak und Amine, Leucin, Tyrosin und andere Amidokörper, Oxyfettsäuren, Indol, Skatol, Phenol, endlich Schwefelwasserstoff, Mercaptan, Kohlensäure, Wasserstoff, eventuell Grubengas.

Da aber bei Zersetzungen verschiedener Nährböden durch verschiedene Pilze die eben aufgezählten Stoffwechselprodukte in der Regel nur zum Teil und in ganz wechselnden Kombinationen gefunden werden, so **lässt sich die Fäulnis mit chemischen Hilfsmitteln kaum exakter** definieren, **als es mit den Sinnen möglich ist.** Ich bin deshalb der Meinung, es sei am besten, den Ausdruck Fäulnis nur im ganz allgemeinen laienhaften Sinne für jede stinkende Zersetzung von Eiweisskörpern zu verwenden. (vgl. Kuhn. A. H. XIII, 1.)

9. Nitrifikation.

Die Bildung kleiner Mengen von salpetriger und Salpetersäure ist weit unter den Bakterien verbreitet. Heraeus, (Z. H. I. 193) der die Frage wohl zuerst mit Reinkulturen bearbeitete, fand, dass in sterilisiertem 4fach verdünntem Harn sehr viele der bekannten Bakterien kleine Nitritmengen aus Harnstoff resp. Ammonkarbonat bilden, darunter Mic. pyogenes citreus, Bact. prodigiosum, typhi, coli, Bac. mycoides, anthracis, Vibrio tyrogenes und V. proteus. Auch verschiedene Bodenbakterien gaben Nitrit. Zusatz von Zucker stört die Nitritbildung aus NH_3, bis er zerstört ist. Nitratbildung hat Heraeus nicht studiert. Warington vermisste Nitratbildung beim Studium von 24 Arten in Reinkulturen in Nährlösungen, die deutlich Nitrat bildeten, wenn sie durch Ackererde infiziert waren. (C. B. VI. 498.)

Nach neueren Arbeiten wäre die Nitrifikation namentlich die Leistung einer kleinen besonderen, schwer kultivierbaren Gruppe von Bakterien, die auf unseren gewöhnlichen nährstoffreichen Nährböden nicht gedeihen.

---

sind, dieselben aber nicht einmal Gelatine verflüssigen, so kann auch von einer Eiweisspeptonisierung nicht durchweg bei de Fäulnis gesprochen werden.

Nach Winogradsky (Gute Litteraturdarstellung von Burri in C. B. Ab. II. Bd. I. 22 und 83) der am meisten auf diesem Gebiete gearbeitet hat, steht die Sache so: Im Boden Europas sind 2 Mikroorganismen weit verbreitet, von denen der eine („Nitrosomonas") Ammoniak zu Nitrit, der andere „Nitromonas" später „Nitrobacter" genannt, Nitrit zu Nitrat verwandelt. Man gewinnt beide Arten gemischt, wenn man Erdspuren in Kölbchen bringt, die in gekochtem Wasser (Winogradsky nahm Wasser eines Süsswassersees) gelöst pro 1 Liter 1 g Ammonsulfat und 1 g Kaliumphosphat enthält, in jedes Kölbchen von 100 cbcm Inhalt bringt man noch ca. 1,0 g basisches Magnesiumkarbonat. Es findet erhebliche Nitritbildung und nach und nach Nitratbildung statt. Durch Uebertragung auf neue Kölbchen erhält man die nitrificierenden Organismen allmählich reiner, Kieselsäureplatten[1]) gestatten mühsam eine Reinkultur. — Kürzlich haben Burri und Stutzer einen kräftigen Nitratbildner (aus Nitrit) auf den gewöhnlichen Nährböden gezüchtet — doch bildet er nur auf anorganischen Nährlösungen Nitrat. (C. B. Bd. I, Ab. II 731). Vergl. spec. Teil. Auch näheres über nitritbildende Arten ist von diesen Autoren zu erwarten. (l. c. Bd. II.)

P. F. Richter (C. B. XVIII. Ab. I. p. 129.) beobachtete mehrmals frisch mit dem Katheter entleerten Harn mit starker Nitritreaktion. Aus einem Harn isolirte er einen mittelgrossen Coccus, der in frischem Harn in 20 Min. sehr intensive Nitritreaktion hervorrief. Ausserdem reduzierte er Nitrate zu Nitrit.

10. **Verwandlung von salpetriger Säure und Salpetersäure zu freiem Stickstoff.**

Dieser Vorgang wird von einer ganzen Reihe von Bakterien besorgt. So genau beschrieben, dass sie wieder erkannt werden können, sind aber erst von Burri und Stutzer (C. B. Abt. II. Bd. I N. 7 und folgende) specielle Nitratvergärer. Bei ihren eingehenden Studien isolierten sie zuerst aus Pferdemist 2 Bakterien, von

[1]) Vergl. Techn. Anhang.

denen jede allein keinen Stickstoff aus Nitrat zu erzeugen vermag, die aber zusammen und zwar bei reichlichem oder gestörtem, aber nie bei fehlendem Sauerstoffzutritt energische Salpetervergärung bedingen. Diese beiden synergetisch thätigen Bakterien sind 1) Bact. coli (der auch durch B. typhi vertreten werden kann und 2) ein als Bac. denitrificans I beschriebenes Kurzstäbchen (vergl. spec. Teil.). — Später fanden die beiden obigen Autoren noch einen Bac. denitrificans II, der allein die ganze Zerlegung von Nitrat in Stickstoff besorgt. (Vergl. spec. Teil.) — Wir fanden, dass Bact. pyocyaneum ebenfalls Salpeter in Stickstoff verwandelt.

Die praktische Bedeutung dieser Organismen ist die, dass durch ihre Thätigkeit bedeutende Mengen von Nitraten aus Böden, namentlich aber aus Dünger durch Verwandlung in Stickstoffgas für die Pflanzenernährung verloren gehen können.

11. **Stickstoffbindung.**

Während nach unserm heutigen Wissen keine andere Pflanzenfamilie[1]) den Stickstoff der Luft zu assimilieren vermag, kommt diese Eigenschaft einer Bakterienart: **Bacillus radicicola** Beyerinck zu. Dieses Bacterium findet sich in den kleinen Wurzelknöllchen verschiedenster Leguminosen (Erbse, Klee, Robinie etc.) und kann daraus gezüchtet werden. Aus den verschiedenen Leguminosengattungen erhält man verschiedene Rassen von Bakterien, jede Bakterienrasse ist an eine Leguminosengattung specieller angepasst und nicht jede Rasse vermag bei jeder Leguminosengattung Knöllchenbildung zu erregen. Dagegen kommen auch „neutrale“ an keine Leguminosengattung speciell angepasste Knöllchenbakterien frei im Boden vor und diese vermögen bei sehr verschiedenen Leguminosengattungen die Knöllchenbildung zu erregen.[2])

---

[1]) Über die ebenfalls Stickstoff assimilierenden Knöllchen von Alnus und Elaeagnus resp. deren Pilzeinschlüsse ist noch nichts näheres bekannt.

[2]) Diesem neuerdings namentlich von Nobbe und seinen Schülern vertretenen Standpunkt gegenüber muss erwähnt werden,

Mit Hilfe dieser durch Einwanderung der Wurzelbakterien entstehenden Wurzelknöllchen vermögen die Leguminosen auf relativ sterilem sehr stickstoffarmem Boden stickstoffreiche Ernten zu liefern. Hierauf beruht die allmähliche Fruchtbarmachung von Sandboden durch Bepflanzung mit Lupinen und Unterpflügung der gewachsenen Ernte. — Wie die Stickstoffaufnahme stattfindet, ist noch ganz unbekannt, behauptet wird, dass die in den Knöllchen fast stets beobachtete gequollene Zoogloeaform der Bakterien (**Bakteroiden**[3]) genannt) zur Stickstoffbindung einzig oder doch besonders befähigt sei. Neuerdings scheint übrigens auch festgestellt, dass ohne Mithilfe von Leguminosen frei im Boden (angeblich auch in Kulturen) lebende Knöllchenbakterien Stickstoff anreichern, indem sie elementaren Stickstoff absorbieren. (Ausführliches Referat über den heutigen Stand der Frage: Stutzer C. B Ab. II Bd. I p. 68.)

12. Säurebildung aus Kohlehydraten.

Wie Theobald Smith zeigte (C. B. XVIII. N. 1) ist nur auf **zuckerhaltigen Nährböden** eine Bildung freier Säure möglich, die Säurebildung auf gewöhnlicher Bouillon findet nur bei einem (aus dem Fleisch stammenden, sehr kleinen) Traubenzuckergehalt[1]) statt. Nach Smith bilden alle obligaten oder fakultativen Anaëroben aus Zucker Säure, die aëroben Arten entweder gar nicht oder nur so langsam, dass die Säurebildung durch die parallel verlaufende Alkalibildung verdeckt ist. Schon vor Kenntnis dieser Arbeit hatten wir festgestellt, dass alle geprüften (c. 60) im Atlas abgebildeten Bakterienarten in 1 % Traubenzucker Peptonbouillon mehr oder weniger freie fixe Säure bilden. (Vergl. Tab. I.) Die Säurebild-

---

dass andere Autoren wie z. B. neuestens Gonnermann eine specifische Verschiedenheit der einzelnen Knöllchenbakterien behaupten,

[3]) Diese Bakteroiden nehmen die bizarsten Formen an: Netze, Gabeln, Sterne.

[1]) Nach Th. Smith enthält 75 % des käuflichen Rindfleisches deutliche Zuckermengen (bis 0,3 %).

ung verläuft bald mit bald ohne sichtbare Gasbildung Intensive Säurebildung kann Kulturen (z. B. Bact. coli, Bact. vulgare etc.) zum Absterben bringen.

Da bei vielen Arten die Säurebildung resp. die Zuckerzerlegung eine intensive und rasche ist, so bezeichnet man diesen vorwiegend auf Kosten der Kohlenhydrate geführten Stoffwechsel mit seinen grossen Spaltstücken als **Gärung.** Da dabei nicht selten Gasentwickelung in reichlicher Menge auftritt, so erscheint die Bezeichnung auch dem Laien berechtigt.

Sind nach dem Verzehren des Zuckers keine solchen Säuremengen gebildet, dass die Bakterien absterben, so findet jetzt der auf zuckerfreien Nährböden gewöhnliche Stoffwechsel statt, die Säuremengen werden allmählich neutralisiert und schliesslich tritt zunehmende alkalische Reaktion ein.

Unter den entstehenden Säuren ist (neben der unter „Gasbildung“ noch etwas zu besprechenden Kohlensäure) die wichtigste und verbreitetste, soweit wir bisher wissen, die **Milchsäure**, fast stets wird daneben wenigstens in Spuren **Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure** — nicht selten auch etwas **Aethylalkohol, Aldehyd** oder **Aceton** gebildet. Seltener fehlt die Milchsäure und nur die anderen Säuren werden gebildet.

Zur **Gewinnung und Trennung der Säuren** verfährt man etwa so: Man versetzt in 1 Liter Kolben $^1/_2$ Liter Peptonbouillon mit 2—5 % Trauben- ev. Milchzucker und vielleicht 10 gr. Calciumkarbonat. Die gebildete Säure setzt sich mit dem Calciumkarbonat zu einem löslichen Kalksalz um, und Kohlensäure entweicht; die Reaktion der Flüssigkeit bleibt, und das ist die Hauptsache, neutral; eine stark saure Reaktion würde vorzeitig das Weiterwachsen des Pilzes verhindern.

Ist das Wachstum beendet (nach 8—14 Tagen), so filtriert man vom ungelösten Karbonat und destilliert bei neutraler Reaktion den vorhandenen **Alkohol**, **Aldehyd, Aceton** etc. ab, wobei die Flüssigkeit stark eingeengt wird. Auf die 3 genannten Stoffe prüft man gemeinsam durch die Lieben'sche Jodoformreaktion. Man setzt im

Reagensglas zu der schwach erwärmten Flüssigkeit 5—6 Tropfen reiner, wässeriger, 10 % iger Kalilauge, dann tropfenweise schwache Jodjodkalilösung bis zur Braunfärbung und bringt letztere wieder durch einen Tropfen Kali zum Verschwinden. Der charakteristische Jodoformgeruch sowie die Ausscheidung mikroskopisch kleiner sechseckiger Jodoformtafeln sind beweisend. Für die Unterscheidung von Alkohol, Aldehyd, Aceton vgl. Vortmann, Analyse organ. Stoffe 1891.

Hiernach säuert man mit Phosphorsäure stark an, und destilliert unter Zuhülfenahme eines Wasserdampfstroms die **flüchtigen Säuren** ab. Es ist lange zu destillieren, die vollständige Trennung der flüchtigen Säuren ist schwierig. Nicht flüchtig bleibt im Destillationsrückstand die Milchsäure, sie wird durch wiederholtes Ausschütteln mit reinem Aether erhalten und der Aether abdestilliert.

Die gewonnene **Milchsäure** ist stets Aethylidenmilch-säure $\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CHOH \\ | \\ COOH \end{array}$, die in 2 stereoisomeren Formen 1) **rechtsdrehend** mit linksdrehendem Zinksalz und 2) **linksdrehend** mit rechtsdrehendem Zinksalz vorkommt. Sind, was sehr häufig der Fall ist, genau gleiche Moleküle Links- und Rechtsmilchsäure vorhanden, so ist die Mischung optisch inaktiv und stellt dann die sogenannte ‚Gärungsmilchsäure‘ dar. Ich denke mir, dass oft beide Milchsäuren aus Zucker entstehen, dass aber manche Bakterienarten die eine, andere die andere ausschliesslich oder vorwiegend weiterverbrauchen, — so dass bald ein gleichmässiges Gemisch beider, bald nur eine Art vorwiegend oder allein übrig bleibt.

Seit Schardinger (Mitt. f. Chem. XI, 545) zuerst die bis dahin unbekannte Linksmilchsäure als Produkt eines Kurzstäbchens aus Wasser entdeckte, sind namentlich durch die Schüler Nencki's und Rubner's viele Untersuchungen über die von den einzelnen Arten gebildeten Milchsäuren gemacht in der Hoffnung, die

Resultate als differentialdiagnostische Merkmale zu benutzen.

Für die Methode der Bestimmung, welche Milchsäure vorliegt, ist Nencki (C. B. IX. 305) und Gosio (A. H. XXI. 115) zu vergleichen; es handelt sich um Polarisationsbestimmungen und den Wassergehalt des Zinksalzes.

Die wichtigsten Untersuchungsergebnisse sind:

	Inaktive Milchsäure	Rechts-milchäure = Paramilchs.	Links-milchsäure
Bac. coli[1])		+	
Bac. Bischleri	+		
Bac. typhi			+
Microc. acidi paralactici		+	
Vibrio cholerae (Calcutta) — cholerae (Massaua) Vibrio Metschnikovi Vibrio danubicus Vibrio „Wernicke" I. II. I-I. Vibrio „Dunbar" Vibrio proteus Vibrio Weibel			+
Vibrio Bonhoff b. — berolinensis — aquatilis	+		
Vibrio tyrogenes — Bonhoff a.		+	

Ist auch mit diesen Resultaten vorläufig noch nicht allzuviel anzufangen, (vergl. spec. Teil sub Vibrio cholerae und Bact. coli) so ist doch eine Fortsetzung dieser theoretisch interessanten Studien wünschenswert.

Verschiedene — vielfach aber entweder morphologisch oder biologisch ungenügend studierte — Bakterien vermögen aus Kohlehydraten **Buttersäure, Butylalkohol** oder beides zu liefern.

---

[1]) Die Angaben über die Coligruppe sind von Nencki (C. B. IX. 305), über Typhus von Blachstein, über die Choleragruppe von Kuprianow (A. H. XIX.) und Gosio (A. H. XXI.)

Eine Uebersicht über diese Arten siehe bei Baier (C. f. B. Ab. II. Bd. 1. p. 17). Hier seien nur erwähnt: Bac. butyricus Hüppe (wie es scheint auch andere verwandte Arten), der unvollkommen beschriebene Granulobacter Polymyxa Beyerinck und mehrere anaërobe Arten (Clostridium butyricum Aut.) vergl spec. Teil.

Im Anschluss an die Zuckervergärung sei die **Cellulose**spaltung durch verschiedene Bakterien erwähnt, die sich besonders im Magen- und Darminhalt der Pflanzenfresser sowie im Grabenschlamm finden, und die als auffallendes Produkt Sumpfgas bilden.

Leider ist die Cellulosevergärung durch Bakterien ungenügend untersucht. Soviel scheint festzustehen, dass mindestens eine anaërobe Art **Cellulose** in **Sumpfgas und Kohlensäure** vergärt. Doch behauptet der neueste Bearbeiter dieser Frage, van Senus, dass der von ihm isolierte anaërobe „Bacillus amylobacter“ nur in Symbiose mit einem andern kleinen Bacillus Cellulose angreife (vgl. das Sammelreferat von Herzfeld C. B. I Abt. II Band p. 114).

13. Gasbildung aus Kohlehydraten und anderen vergärbaren Körpern der Fettreihe.

Das **einzige** in sichtbaren Mengen [1]) auf **zuckerfreien** Nährböden ev. entstehende Gas ist **Stickstoff** (vgl. p. 78). Wird Zucker energisch von Bakterien verarbeitet, so kann, indem rein Milchsäure oder Essigsäure daraus entsteht, eine Gasbildung ausbleiben (z. B. Typhusbacillus auf Traubenzucker); sehr oft aber findet eine erhebliche Gasentwickelung statt, namentlich bei Luftabschluss. Etwa $^1/_3$ der kräftig Säure bildenden Arten bildet reichlich Gas, dasselbe besteht stets aus **Kohlensäure**, der nach Smith (C. B. XVIII 1) stets **Wasserstoff** beigemengt ist. — **Grubengas** scheint selten gebildet zu werden (abgesehen von den Cellulose vergärenden Pilzen).

---

[1]) Schwefelwasserstoff und Ammoniak dürften kaum je in sichtbarer Menge entstehen.

Im verflossenen Jahr hat Herr C o n r a d in meinem Institut einen Pilz aus der Verwandtschaft des Bact. coli isoliert, der die Sauerkrautgärung bedingt und dabei stets — auch auf cellulosefreien Nährböden — neben Kohlensäure und Wasserstoff etwas Grubengas bildet.

Zur Prüfung, **ob Gas gebildet wird,** empfiehlt sich die Schüttelkultur auf 1⁰/₀ Traubenzuckeragar. Nach 24^h (wenn Bruttemperatur anwendbar ist oft schon nach $8—12^h$) ist der Agar von Gasbläschen durchsetzt oder gar von zahlreichen tiefen Lücken und Spalten zerklüftet.

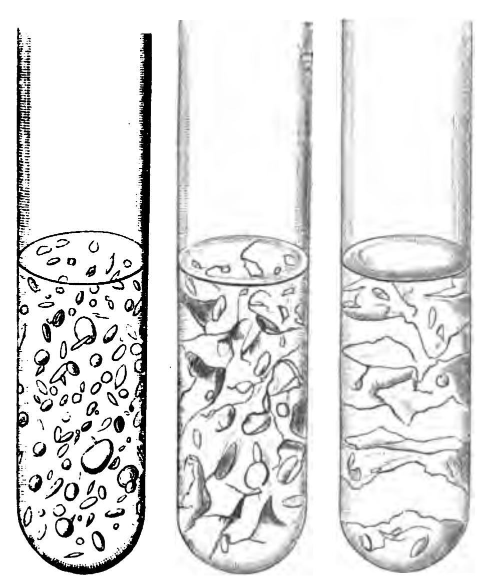


Fig. 11. Bacterium coli auf Zuckeragar nach 12, 24, 48^h.

Will man das Gas auffangen und messen, die Kurve der Intensität der Gasbildung erforschen, oder das Gas analysieren, so ist dasselbe am besten nach Th. S m i t h in einem Gärkölbchen aufzufangen, wie sie die physiologische und pathologische Chemie schon längst anwendet.

Man füllt die Röhrchen, die am besten nebenstehende Form haben mit 1°/₀ Traubenzuckerpeptonbouillon (ohne Luftblase) und sterilisiert im Dampftopf.

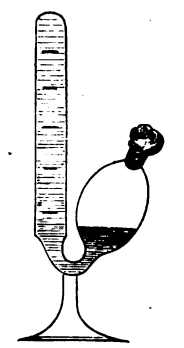


Fig. 12. Gärkölbchen.

Man beobachtet nun nachdem man mit einer Oese geimpft im Brutschrank (Th. Smith):

1) Findet die Trübung nur in der offenen Kugel statt, so handelt es sich um eine aërobe Art; wenn nur im geschlossenen Schenkel unter Klarbleiben der Kugel, so liegt eine anaërobe Art vor.

2) Man notiert die täglich gebildete Gasmenge durch einen Tintenstrich; hat man das Röhrchen kalibriert, so kann man angeben, nachdem am 4.—6. Tag die Gasbildung aufgehört hat, wieviel °/₀ Gas an jedem Tage gebildet wurde.

3) Man macht eine rohe **Analyse des gebildeten Gases.** Zu diesem Zwecke füllt man, nachdem man die gebildete Gasmenge durch eine Marke bezeichnet, die offene Kugel vollkommen mit 10°/₀ Natronlauge, verschliesst fest mit dem Daumen und schüttelt nun eine Weile um. Nach 2 Minuten lässt man zuerst durch Neigen und Drehen alles Gas in den geschlossenen Schenkel zurücksteigen und liest, nachdem man den Daumen entfernt, das neue Volum ab. Die verschwundene Menge ist Kohlensäure, der Rest Stickstoff, Wasserstoff und Grubengas. — Zur quantitativen Analyse dieser Gase bedient man

sich am besten der Hempel'schen Gaspipetten, vergl. Cl. Winkler (Lehrbuch der techn. Gasanalyse, Freiburg 1892). — Das Prinzip der Methode ist, dass Wasserstoff mit Sauerstoff gemischt über glühenden Palladiumasbest geleitet zu Wasser wird, also verschwindet, Kohlenwasserstoff in einer glühenden Platinkapillare zu Kohlensäure verbrannt und als solche bestimmt wird, der Rest ist Stickstoff. Bei einiger Uebung ist die Untersuchung leicht und genau.

14. Bildung von Säuren aus Alkoholen und anderen organischen Säuren.

Längst bekannt ist die Umwandlung von schwachen Lösungen von Aethylalkohol unter energischer Sauerstoffverwendung in Essigsäure durch das Bact. aceti resp. seine nächsten Verwandten (vergl. spec. Teil):

$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_2OH \end{array} + O_2 = \begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ COOH \end{array} + H_2O$$

Auch höhere Alkohole: Glycerin, Dulcit, Mannit werden in Säuren verwandelt; Glycerin so allgemein wie Zucker (v. Sommaruga Z. H. XV. 291.)

Endlich sind — früher leider meist ohne Verwendung von Reinkulturen, die den modernen Anforderungen entsprechen — zahlreiche Resultate über die Umwandlung von Säuren der Fettreihe (resp. ihrer Salze) in andere Fettsäuren durch Bakterien beobachtet. Als **Ausgangsmaterial** wurde meist **milchsaurer, äpfelsaurer, weinsaurer, citronensaurer** und **glycerinsaurer** Kalk verwendet und fast stets Säuregemische durch die Bakterienthätigkeit erhalten, unter denen: **Buttersäure, Propionsäure, Valeriansäure, Essigsäure,** die Hauptrolle spielen — häufig findet sich **Bernsteinsäure, Aethylalkohol, seltener Ameisensäure.** Von Gasen tritt namentlich **Kohlensäure** und **Wasserstoff** auf.

Solche Versuche sind früher namentlich von Fitz, in neuerer Zeit in grossem Umfang mit sicheren Reinculturen und mit interessanten Resultaten namentlich von P. Frankland ausgeführt.

Hier nur einige Beispiele: Pasteur fand schon, dass anaërobe Bakterien milchsauren Kalk in buttersauren umwandeln:

$$2\ (CH_3 - CH\,OH - COO)_2\ Ca = CO_3\,Ca + 3\ CO_2 + 4\ H_2 + (CH_3 - CH_2 - CH_2 - COO)\ Ca$$

Milchsaurer Kalk — Buttersaurer Kalk.

Nach P. Frankland bildet der Bacillus aethaceticus Fitz aus glycerinsaurem Kalk $(CH_2\,OH - CH\,OH - COO)_2\,Ca$ Aethylalkohol, Essigsäure, Kohlensäure und Wasserstoff.

III. Die pathogenen Leistungen der Bakterien.
(Pathogenese, Disposition, Resistenz, Immunität).

Ueberall, wo wir in das Wesen der pathogenen Wirkung der Bakterien hineinsehen, wirken die Bakterien durch die chemischen Stoffe, die sie oder die sich aus ihnen im Tierkörper bilden. Aber wir besitzen bisher erst für die Wirkung derjenigen Bakterien ein Verständnis, die in Kulturen Giftstoffe bilden, mittelst deren wir ebenfalls das charakteristische Krankheitsbild mehr weniger genau reproduzieren können.

Bakterien dieser Art sind namentlich der Bac. tetani und Bac. diphtheriae, Streptoc. pyogenes, Micrococc. pyogenes, Vibrio cholerae u. a. — oben (pag. 68). ist ein Abriss über das gegeben, was wir chemisch über die Giftstoffe wissen.

Im Gegensatz dazu fehlt es uns bei einer Reihe wichtiger Infektionskrankheiten noch fast vollkommen an Mitteln, dieselben auf einer chemischen Basis zu erklären, hierher gehören Milzbrand, Kaninchensepticaemie, Schweinerotlauf. Die Filtrate durch Porzellan sind von den virulentesten Kulturen wirkungslos, die vorsichtig durch kurzes Erwärmen oder kurze Chloroformeinwirkung getöteten Kulturen machen injiziert nur die allgemeine Proteïnwirkung (Fieber), und doch liegen wohl auch bei diesen Krankheiten Vergiftungen durch Bakterienstoffwechselprodukte vor.

Es ist als wichtiger Befund zu bezeichnen, dass Petri und Maassen (A. G. A. VIII. 318.) im frischen Blut und Oedemflüssigkeit rotlaufkranker Schweine den Sulf-

methämoglobinstreifen nachweisen konnten — ein Zeichen, dass wenigstens Schwefelwasserstoffvergiftung bei dem Tode der Tiere beteiligt ist. Auch für das maligne Oedem ist ein ähnlicher Nachweis gelungen.

Hoffa hat versucht, die Kaninchensepticaemie als Methylguanidinvergiftung aufzufassen (Langenbecks Archiv 1889, p. 273), Emmerich und Tsuboi (Münch. med. Wochenschr. 1893. Nr. 25) — allerdings unter starkem Widerspruch — die Cholera als Nitritvergiftung zu erklären.

Gewiss beanspruchen diese Erklärungen ein grosses Interesse — aber sie scheinen nicht auszureichen, denn es gehen mindestens neben den eben erwähnten Vergiftungsprozessen noch specifische Vorgänge im Blute und Gewebe der Tiere einher, was unter anderm durch das Entstehen **specifischer Schutzstoffe (Antikörper)** bewiesen wird.

Damit eine **pathogene Wirkung** beobachtet wird, muss 1) der Mikroorganismus sich im Zustande kräftiger Virulenz befinden, 2) die Uebertragung auf ein empfängliches Tier geschehen, 3) der richtige Infektionsweg[1]) gewählt sein.

Die **Virulenz** der Bakterien ist eine ebenso **variable** Grösse, wie alle anderen Funktionen (Farbstoffbildung, Gärwirkung etc.), sie bleibt am besten erhalten durch fortwährende Verimpfung der Bakterien von einem empfänglichen Tiere auf das andere. Aber auch durch ziemlich häufige Uebertragungen (etwa alle Monate) von einem künstlichen Nährboden auf den andern — am besten mit von Zeit zu Zeit eingeschalteten Tierpassagen — ist die Virulenz vieler Arten gut zu erhalten. Dagegen leidet die Virulenz meist schon, wenn durch seltenes Abimpfen die Kulturen lange Zeit mit ihren sich anhäufenden Stoffwechselprodukten zusammenbleiben.

Abschwächung der Virulenz ist unschwer durchzuführen:

a) Durch Züchten bei etwas zu hoher Temperatur z. B. wird Milzbrand bei 42, 5° in 3—4 Wochen vollkommen virulenzlos, bei 47° in einigen Stunden, bei 50—53° in wenigen Minuten.

---

[1]) Vergl. techn. Anhang.

Durch richtige Regulierung der Abschwächung resp. Wärmewirkung kann man den B. anthracis so abschwächen, dass er nur noch Mäuse, oder Mäuse und Meerschweinchen, oder ausser diesen auch noch Kaninchen tötet.

Auch Sporen (Rauschbrand) lassen sich durch trockne Hitze oder kurze vorsichtige Dampfdesinfektion abschwächen. (Kitt.)

b) Durch Züchten auf ungeeignetem Nährboden. Ein Zusatz von Phenol (1/600), von Kaliumbichromat (0,4—0,2⁰/₀₀) zum Nährboden wurde mit Erfolg zur Abschwächung der Milzbrandbacillen, Jod. trichlorid zur Abschwächung der Diphtheriebacillen verwendet.

c) Durch Einwirkung von Sonnenlicht, komprimiertem Sauerstoff etc.

d) Durch mehrfache Uebertragung auf ungeeignete Tiere: Schweinerotlaufbacillen werden durch mehrfaches Passieren des Kaninchenkörpers, Variolaorganismen (es sind dies allerdings keine Bakterien) durch Passieren des Kuhkörpers viel weniger virulent.

Viel **schwieriger** ist es **abgeschwächten Bakterien** wieder **eine gesteigerte Virulenz** zu geben. Im allgemeinen kann man sagen, dass die Virulenz um so eher von selbst wiederkehrt, je rascher die Abschwächung vorgenommen wurde.

Arten, die langsam (von selbst) an ihrer Virulenz eingebüsst haben, kann man häufig auf einem der folgenden Wege zu höherer Virulenz bringen:

1) Züchtung in Bouillon, die Ascitesflüssigkeit zugesetzt erhielt. (Streptokokken, Diphtherie.) Vergl. von Dungeren (C. B. XIX. p. 139) und spec. Teil.

2) Man infiziert erst besonders empfindliche Tiere — namentlich ganz junge Tiere der empfindlichsten Art z. B. ganz junge Meerschweinchen — und überträgt, wenn diese der Infektion erliegen, den Erreger (direkt mit Blut des Versuchstieres) auf immer widerstandsfähigere ältere Exemplare der empfindlichsten Species, später auf widerstandsfähigere Tierspecies. Jeder Tierdurchgang kräftigt die Virulenz bis schliesslich ein gewisses Maximum erreicht ist. Vergl. auch Knorrs Erfahrungen bei Strept. pyogenes.

3) Man infiziert empfindliche Tiere mit grossen Mengen frischer Bouillonkultur der betreffenden Art, es wirken dann die gleichzeitig eingeführten Stoffwechselprodukte mit, um die Disposition für den injizierten Organismus zu steigern.

4) Man injiziert (besonders bei Staphylokokken und Streptokokken bewährt) mit den zu injizierenden Bakterien grössere Mengen der Stoffwechselproducte von Bact. vulgare. Die Erklärung für die Wirkung ist wie sub 3.

5) Man injiziert z. B. mit dem abgeschwächten Bacillus oedematis maligni oder Milzbrandbacillus einen andern an sich fast ganz harmlosen z. B. Bact. prodigiosum.

6) Man injiziert die Kultur mit einer schädlichen Substanz nicht bakterieller Abkunft z. B. Milchsäure gemischt. Bei Bac. oedematis maligni hat man so verstärkte Pathogenität beobachtet, wohl durch lokale Schädigung der bakterienfeindlichen Thätigkeit des Impfthieres an der Impfstelle.

Die **Empfänglichkeit (Disposition)** verschiedener Tierspecies und einzelner Tierindividuen ist für verschiedene Infektionskrankheiten **von Geburt ab** eine auffallend und nicht leicht erklärbar verschiedene.

Einmal sind gewisse Tierspecies gegen bestimmte Infektionserreger von Hause aus **absolut immun**[1]) Z. B. der Mensch gegen Rinderpest, das Rind gegen Rotz, alle untersuchten Tiere gegen Syphilis, Malaria, Gonorrhöe.

Eine Reihe anderer Krankheiten geht wenigstens nur selten und schwierig auf eine bestimmte Tierart über z. B. Milzbrand auf gewisse Rassen von Tauben, Ratten und Hammeln — es besteht eine **relative** Immunität. Je kräftiger und meist auch je vollkommener ausgewachsen ein Tier ist, desto vollständiger ist die relative Immunität entwickelt. Schädigungen aller Art: Hunger, Abkühlung, Ueberanstrengung, Einverleibung gewisser Gifte vermindere dagegen die Immunität erheblich, sodass eine grosse Zahl von auf diesem Wege geschwächten Organismen einer nachträglichen Infektion erliegen.

Es ist deswegen bei **jeder neu isolierten** Bakterienart, von der man eine **pathogene Wirkung** nachweisen will, notwendig, die **verschiedensten Tiere** zum Versuch heranzuziehen, wenn die Versuche an den zuerst gewählten Tieren scheiterten. Unsere Hauptversuchstiere sind: weisse Hausmaus, weisse Ratte, Meerschweinchen, Kaninchen, Huhn, Taube und für besondere Zwecke

---

[1]) Besonders merkwürdig ist, dass sich dabei oft sehr nahestehende Arten ausserordentlich verschieden verhalten, so ist z. B. der Rotzbacillus sehr leicht auf die Feldmaus, dagegen nicht auf die Hausmaus zu übertragen; der Milzbrandbacillus tötet die Hausmaus fast absolut sicher und ist für die Ratte fast nicht pathogen u. s. f. — Der Micrococcus tetragenus ist für die weisse Varietät der Hausmaus pathogen, er soll dagegen für graue Hausmäuse nicht virulent sein.

Affen. Seltener wird mit grauen Hausmäusen und Ratten, Feldmäusen, Zieselmäusen, Hunden, Katzen, Rindern, Schafen, Schweinen und Pferden gearbeitet. Das bequemste — aber gute Pflege verlangende Versuchstier — dürfte das Meerschweinchen sein, das handliche Grösse, Gutartigkeit und bescheidener Nahrungskonsum auszeichnen. Tierseuchen sind, weil man die empfänglichen Versuchstiere zur Verfügung hat, meist viel leichter zu erforschen und endgültig aufzuklären als Menschenkrankheiten. In schwierigen Fällen sind auch an Menschen schon mehrfache Infektionsversuche angestellt.

Die Ursache der **angeborenen Immunität (Resistenz** Buchner) liegt in Schutzvorrichtungen des Organismus, über die ich hier nicht ausführlich sprechen kann. Nur soviel sei gesagt, dass heute die von Buchner als Kompromiss der verschiedenen entgegenstehenden Meinungen formulierte Ansicht ziemlich mit allen Thatsachen im Einklang steht: Bei einer Invasion pathogener Keime in den resistenten Organismus wird ein Teil durch schon vorhandene im Serum gelöste (von Leukocyten abstammende) Stoffe **(Alexine)** vernichtet, ein anderer Teil durch Stoffe, die von den Leukocyten (ev. auch vom übrigen Gewebe) unter dem Einfluss der Bakterien erst produziert werden. Ein Teil der von den Leukocyten vernichteten Keime wird dann sekundär von denselben aufgenommen, allerdings werden aber mindestens einzelne Keime auch lebend von den Leukocyten gefressen. Metschnikoff — Buchners bedeutendster Gegner — beharrt allerdings dabei, dass dieser letztere Vorgang (Phagocytose), dem dann im Inneren der Leukocyten später Abtötung folge, das Wesentliche bei der natürlichen Immunität sei.

Eine **Steigerung** der **angeborenen Resistenz** gegen verschiedene Infektionskrankheiten hat man auf mannigfachen Wegen versucht und erhalten: Thymusextrakte, Spermin, Abrin (giftiger Eiweisskörper aus der Paternostererbse), Papayotin (eiweisslösendes Ferment aus dem Melonenbaum), aber auch Zimmtsäure und Jodtrichlorid, Natriumkarbonat u. s. f. ergaben Tieren injiziert einer Reihe von Autoren günstige Wirkungen bald gegen

eine, bald gegen mehrere Infektionskrankheiten. Ja von einer ganzen Reihe gewöhnlicher eiweisshaltiger Substanzen wie Weizenkleber, Blutserum, Bouillon, hat man bei Injektionen unter die Haut, besonders aber in die Peritonealhöhle Erregung vermehrter Resistenz gesehen.

Es scheint, dass diese Wirkung in einer stärkeren Anregung der Leukocyten zur Bildung bakterienfeindlicher Stoffe beruht — wenigstens ist das die allgemeine Annahme.

In einem **scharfen Gegensatz** zu dieser Resistenzerhöhung steht nach der Mehrzahl der Autoren **die specifische Immunität gegen eine bestimmte Krankheit,** die eintritt, wenn ein Geschöpf diese Infektionskrankheit spontan erworben und überstanden hat, oder wenn es absichtlich entweder geimpft war:

1) mit natürlich oder künstlich abgeschwächten Infektionserregern der gleichen Art oder

2) mit abgetöteten Kulturen des betreffenden Mikroorganismus,

3) mit dem Blutserum oder Gewebesaft eines nach 1 oder 2 immunisierten Tieres.

Nach 1 und 2 entsteht eine **aktive,** nach 3 eine **passive Immunisierung.**

Die specifische Immunität beruht nach der verbreitetsten Ansicht auf der Anwesenheit specifischer **„Antikörper“** (Behring) im Blute und den Geweben der immunisierten Tiere. Die Antikörper stammen nach Buchner aus den injizierten Bakterienkulturen und sind viel widerstandsfähiger als die Alexine gegen schädigende Einflüsse, so verträgt das Tetanusantitoxin eine Temperatur von 70—80°, die Einwirkung von Sonnenlicht und Fäulnis ohne sich zu zersetzen. Brieger und Ehrlich haben Diphtherieantitoxin aus der Milch diphtherieimmuner Ziegen in fester Form dargestellt — ob es ein Eiweisskörper ist oder an Eiweisskörpern haftet, weiss man noch nicht. — Die Antitoxine sind (Brieger und Boer Z. H. XXI. 266) am besten durch Zinkchlorid abzuscheiden, aber bisher nicht von den letzten Zinkspuren zu befreien. — Nach Emmerich sind die Antikörper,

die er **Immunproteïdine** nennt, Verbindungen eines von den Bakterien gelieferten Stoffes mit Körpereiweiss aus dem immunisierten Tier.

Das **Wesen der Immunität,** die Wirkung der Antikörper, ist **in manchen Fällen** eine **rein antitoxische,** die eines wahren Gegengiftes. Die zuerst geäusserten Vorstellungen von Behring und Kitasato, dass Toxin und Antitoxin sich gegenseitig chemisch neutralisierten (etwa wie Säure und Base) haben sich nicht bewahrheitet. Es handelt sich vielmehr um eine **antagonistische** Einwirkung auf die Körperzellen, wie sie etwa Atropin gegen Morphin entfaltet, mit dem Unterschied, **dass die Antikörper keine oder nur eine minimale Giftigkeit besitzen.** Der Beweis, dass ein wirkungsloses Gemisch von Toxin und Antitoxin doch noch Gift enthält, wird z. B. dadurch geführt, dass man Meerschweinchen, auf welche Antitoxin weniger schützend wirkt als auf Mäuse, mit Mischungen von Toxin und Antitoxin vergiften kann, die für Mäuse vollkommen giftfrei erscheinen (Buchner).

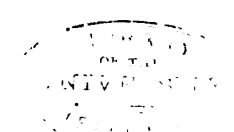
Während die **Antikörper der Diphtherie** sehr gut gegen das Diphtheriegift schützen, wirken sie weder in vitro noch in vivo auf lebendige Diphtheriebacillen schädigend ein — sie sind **nicht baktericid.** Die Diphtheriebacillen können im Inneren eines immunisierten Organismus wachsen aber nicht schaden.

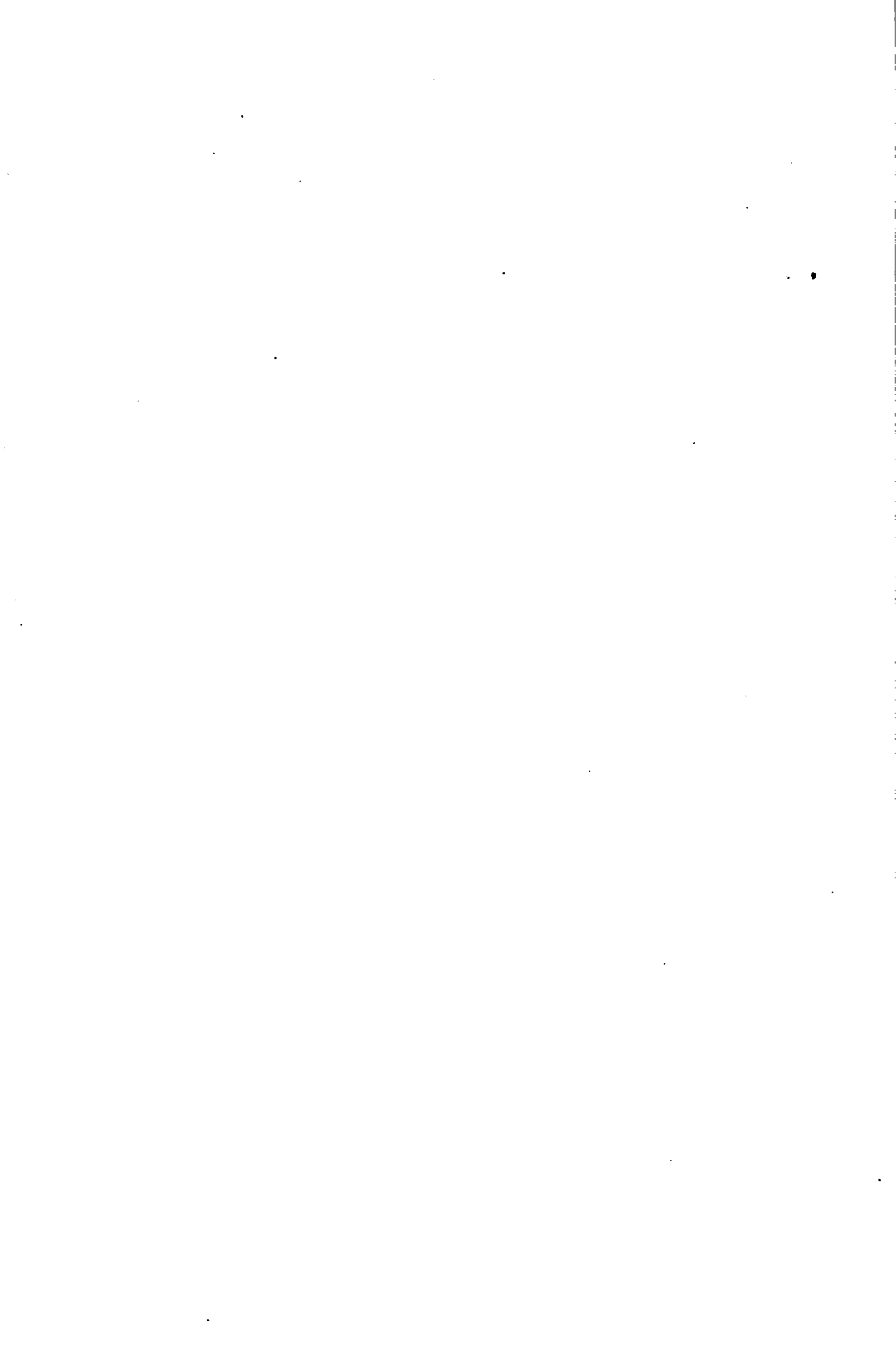
Prinzipiell anders ist der Modus der Schutzwirkung der Antikörper bei der **Cholera, hier sind die Antikörper exquisit baktericid, schützen aber nicht gegen grössere Mengen des Choleragiftes.** (R. Pfeiffer). Aehnlich verhält es sich nach Emmerich bei Schweinerothlauf und Pneumonie.

Ueber die Frage der **specifischen Wirkung der Antikörper** ist viel gearbeitet. Richard Pfeiffer, der schärfste Vertreter der absolut specifischen Wirkung der Antikörper hat für den Choleravibrio und seine Verwandten gegen eine Reihe von Gegnern mit bestem Erfolg zunächst den Standpunkt verteidigt: jeder pathogene Organismus liefert im Körper des aktiv immunisierten Tieres Antikörper, die **nur gegen den be-**

stimmten Organismus, aber nicht gegen seine allernächsten Verwandten eine baktericide Wirkung — oft eine exquisit baktericide Wirkung entfalten. Diese specifische Wirkung ist derart ausgesprochen, dass R. Pfeiffer darin das schärfste diagnostische Hilfsmittel sieht z. B. zum Entscheid der Frage, ob ein Organismus als Choleravibrio aufzufassen ist oder nicht. Auch für das Bact. typhi und seine Verwandten hat Pfeiffer das gleiche entdeckt — Dunbar, Sobernheim, Löffler und Abel stimmen ihm bei. Näheres siehe spec. Teil bei Typhus und Cholera, es werden dort auch einige Bedenken gegen die Verwendung der wichtigen Reaktion zur Sprache kommen.

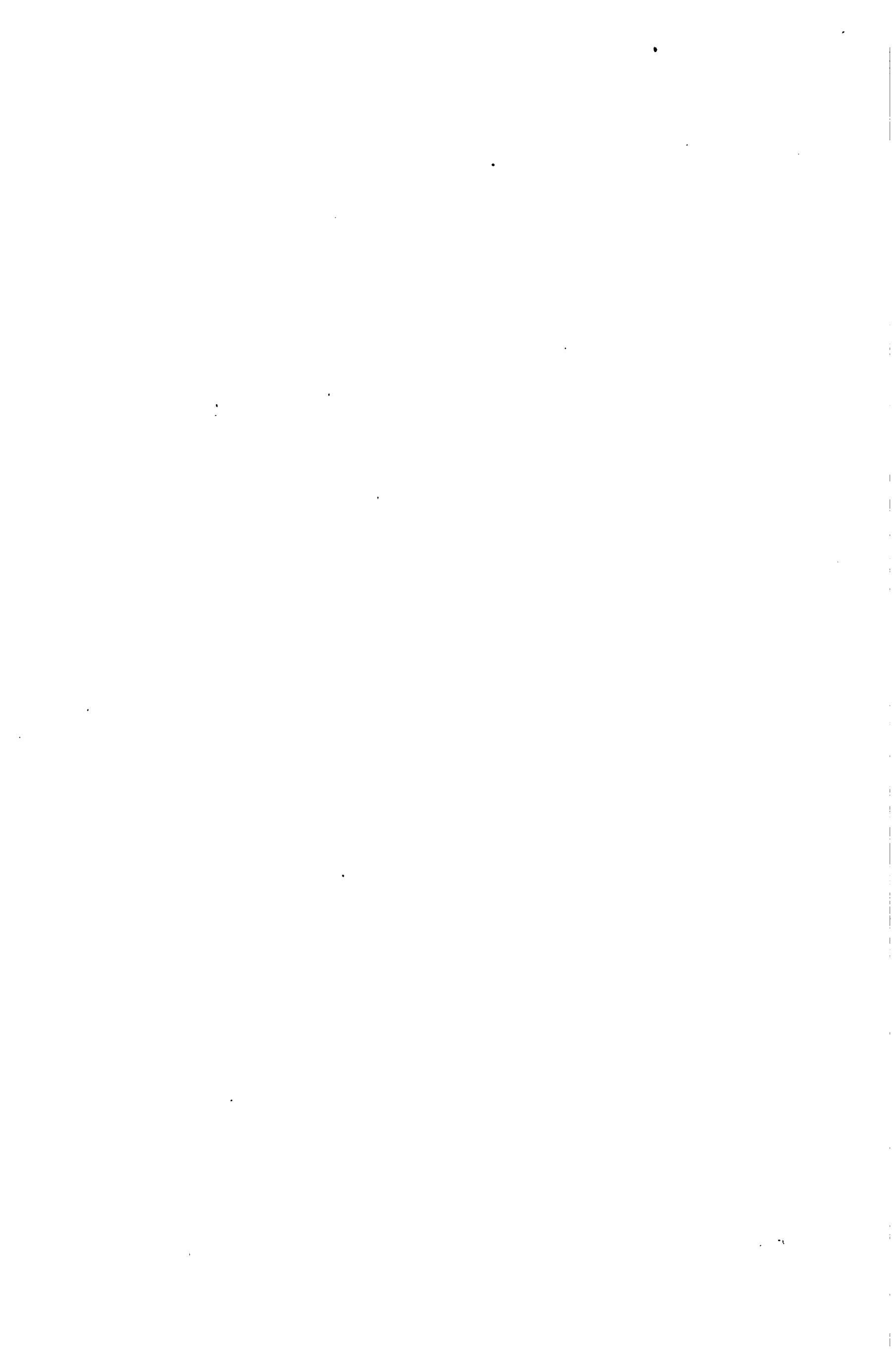
Gegenüber diesen hochinteressanten und überraschenden Befunden darf nicht verschwiegen werden, dass eine Reihe von Forschern (z. B. Hüppe) die scharfe Scheidung zwischen Resistenz und specifischer Immunität nicht anerkennt und nur quantitative nicht qualitative Unterschiede zulässt. Jedenfalls haben wir auf diesen schwierigen Gebieten noch viel zu arbeiten und zu lernen.





II. TEIL.

Specielle Bakteriologie.



A. Einführung in die Systematik der Spaltpilze.

I. Die Familien und Gattungen der Spaltpilze.

Oben war auseinandergesetzt worden, dass die Spaltpilze sehr schwer von den anderen Klassen des Pflanzenreichs abzutrennen seien, ebenso schwer ist es, die zahlreichen bisher bekannten Formen in ein rationelles System zu ordnen. Jeder Autor, der sich systematisch mit Spaltpilzen beschäftigte, in Deutschland namentlich Cohn, Zopf, Flügge, Hüppe, Migula, A. Fischer hat ein etwas abweichendes System aufgestellt — die Mehrzahl von ihnen mit dem Bemerken, dass das System ein vorläufiges sei, das sich wohl in Zukunft noch mannigfach ändern werde.

Ehe wir auf Systeme eingehen, müssen wir aber doch eine Reihe beklagenswerter Missbräuche kurz berühren, die heute die Bakteriennomenklatur erschweren.

Nach Linné's Vorgang hat jeder pflanzliche oder tierische Organismus zwei lateinische Namen zu führen; der erste bezeichnet die Gattung (Genus), welcher der betreffende Organismus angehört, dieser Name ist ein Substantivum; der zweite bezeichnet die Art (Species) und ist ein Adjectivum (nicht zwei) oder der Genitiv eines Substantivs, nur selten ein Substantiv im Nominativ. So gehört in die Gattung Bacillus einmal die Species B. subtilis (Heubacillus), daneben die Species B. anthracis (Milzbrandbacillus) u. B. megatherium.

Gattungen müssen nach stets eingehaltenem Gebrauch auf durchgreifende Form resp. Entwickelungsmerkmale gegründet sein und sich

stets sicher — wenn auch nicht stets leicht — konstatieren lassen.

Eine ganze Reihe von Autoren kümmert sich nun um diese Regeln absolut nicht, sondern stellt Gattungsnamen auf ohne jede ernsthafte Begründung. So ist es entschieden zu bedauern, dass Beyerinck in seinen schönen Untersuchungen über Leuchtbacillen den Genusnamen Photobacterium gebraucht hat — sicherlich giebt es sehr verschiedenartige Spaltpilze, die Leuchtvermögen besitzen, ohne dass sie morphologisch nahe verwandt sind. Noch bedauernswerter ist es, wenn z. B. ein Autor einen dem Bact. coli sehr nahestehenden Organismus, der Eiterung erzeugt, mit dem schönen Namen Pyobacterium Fischeri bezeichnet; es können derartige Vorgänge zu schweren Verwirrungen führen. — Namen wie Gonococcus, Pneumococcus etc. sind dagegen als bequeme **Trivialnamen** (natürlich ohne Speciesadjectivum) zu dulden, aber stets klar als solche zu bezeichnen. Bei der geringen naturwissenschaftlichen Schulung der Mediziner verführen sie natürlich doch gelegentlich den einen oder anderen, sie als wissenschaftliche Gattungsnamen anzusehen.

Die **Speciesnamen** sollen nach der Meinung vieler Autoren womöglich eine Diagnose ersetzen, daher die aus zwei, ja drei Adjectiven gebildeten Speciesbezeichnungen, wie Bac. rosettaceus metalloides, Staphylococcus pyogenes aureus, Bacillus pyogenes foetidus. Dieses Bestreben ist begreiflich, aber als durchaus unpraktisch seit Linné von allen descriptiven Naturforschern aufgegeben. Der Name der Species soll bloss die Art eindeutig bezeichnen, die Charakterisierung bleibt der Diagnose vorbehalten. Es schadet gar nichts, wenn zwei und mehr Organismen Namen führen, die dem Sinne nach das gleiche bedeuten, wenn nur die Bezeichnungen nicht gleich klingen. Neben einem Micrococcus albus hat noch ein Micr. niveus, albissimus, candicans, purus volle Berechtigung, die Diagnose hat genauer anzugeben, was für Verschiedenheiten zwischen diesen weissen Kokken bestehen.

Wir haben natürlich eine Reform der von uns vorgefundenen, gegen die Vereinbarungen gebildeten Namen angestrebt, aber dabei thunlichst gesucht, die Rechte der früheren Benenner zu wahren und möglichst keine neue Verwirrung zu stiften.

Die **Familien** der Schizomyceten werden von den neueren Forschern ziemlich übereinstimmend angegeben, — da eine bessere Einteilung einstweilen nicht möglich scheint; in Bezug auf die Gattungen sind dagegen die verschiedensten Auffassungen vertreten worden. Die einfachste und schlichteste Auffassung ist die von Flügge, der mit den Gattungen Micrococcus, (Streptococcus), Sarcine, Bacillus, Spirillum so ziemlich auskommt, ohne aber Gattungen wie Staphylococcus energisch zurückzuweisen. Reichere Auswahl von Gattungen berücksichtigt Hüppe, noch mehr Migula, am meisten A. Fischer. Wir werden uns nach reiflicher Ueberlegung für die Koccaceen und Bacteriaceen am nächsten an Hüppe anschliessen, dagegen bei den Spirillaceen den Arbeiten von Löffler und Migula folgen. Einige Bemerkungen über die Systeme von Migula und A. Fischer siehe pag. 104. 105. 106.

I. Familie **Coccaceae.** Zopf emend. Migula. **Kugelbakterien.**

Zellen in freiem Zustande völlig kugelrund, Teilung nach ein, zwei oder drei Richtungen des Raumes, indem sich jede Kugelzelle in Kugelhälften, Kugelquadranten oder Kugeloctanten teilt, die wieder zu Vollkugeln heranwachsen. Endosporen und Geisseln sehr selten. Vor der Teilung können die Zellen $1^1/_2$ mal so lang wie breit sein, schwache Färbung macht darin leicht eine Teilungslinie sichtbar.

1) Zellen teilen sich (fast) nur nach einer Richtung des Raumes senkrecht auf die Wachstumsrichtung, so dass sich, wenn die Teilungsprodukte im Zusammenhang bleiben (namentlich in Bouillon) kürzere oder längere rosenkranzartige Ketten bilden, sehr häufig besteht die Kette aus lauter

Paaren von Kokken. Unter gewissen Bedingungen kommen statt Ketten nur oder vorwiegend Kokkenpaare zur Beobachtung.

Streptococcus Billroth[1]).

2) Zellen teilen sich wenigstens auf geeigneten Nährböden (Heudekokt) regelmässig nach 3 Richtungen des Raumes[2]) und bleiben in grösseren oder kleineren kubischen Familienverbänden vereinigt. **Sarcina** Goodsir.

3) Die Zellen teilen sich unregelmässig nach verschiedenen Richtungen, sodass einzelne Kokken, einzelne Vereinigungen zu 2 bis 4 Zellen und endlich und zwar vorwiegend regellose klumpige Haufen entstehen. **Micrococcus** Cohn.

Wir rechnen alle Formen zu den Mikrokokken, die nicht als unzweifelhafte Streptokokken oder Sarcinen erscheinen.

Ueber die Migula'schen Gattungen **Planococcus** und **Planosarcina** für je 1—2 geisseltragende Arten siehe unten.

Die Abgrenzung der Kokkengattungen ist vielfach eine künstliche, es giebt vollkommene Uebergänge zwischen den drei von uns beibehaltenen Gattungen, vergl. unten.

Die Gattung **Staphylococcus** Ogston hat keine botanische Berechtigung. Wir haben lange nach einem Ausweg gesucht, diesen fest eingebürgerten Namen zu erhalten; wir hätten es nur gekonnt, wenn wir die ältere Gattung Micrococcus durch Staphylococcus ersetzt hätten, denn die Eigenschaft, „traubenartige" Haufen zu bilden, besitzen unter Umständen wohl alle heute als Micrococcus bezeichneten

---

[1]) Hierher **Leuconostoc** Cienc., was nur ein Streptococcus mit zuweilen enorm dicken Gallerthüllen ist. Vgl. unten. Auch ein Teil der „Diplokokken" findet hier natürliche Unterkunft.

[2]) Die Arten, die durch Teilung in zwei aufeinander senkrechten Ebenen flächenförmige Gebilde erzeugen und die von den Autoren als **Pediococcus, Merista, Merismopedia** beschrieben werden, lassen wir bei Micrococcus, da — vgl. unten — sogar die ‚Gattung' Sarcina schwer abgrenzbar ist.

Arten. Der Name Staphylococcus will ursprünglich gar kein „neues“ Genus bezeichnen. Ogston hatte mikroskopisch zweierlei Formen von Mikrokokken im Eiter gesehen (ohne sie zu kultivieren), Traubenkokken und Kettenkokken, und sie mit den gutgewählten Namen Staphylococcus und Streptococcus (Billroth) bezeichnet. Rosenbach kultivierte später die von Ogston gesehenen Arten und beliess den klumpigen Kokken den Namen Staphylococcus, der heute noch als bequemer Trivialname für eiterungserregende Micrococcusspecies dienen kann und von uns gebraucht werden soll, aber aus dem botanischen System fallen muss.

II. Familie **Bacteriaceae** Zopf emend. Migula (**Bacillaceae** A. Fischer). **Stäbchenbakterien.**

Zellen mindestens 1½ mal, meist aber 2—6 mal so lang als breit, gerade oder in nur einer Ebene etwas gekrümmt, nie schraubig[1]), zuweilen lange echte oder Scheinfäden bildend. Teilung (fast) stets quer auf die Längsachse nach Streckung des Stäbchens. Mit oder ohne Geisseln. Mit oder ohne Endosporen. Die der Endosporen entbehrenden Arten sollen nach manchen Autoren zuweilen Arthrosporen bilden. Doch ist es nicht möglich, diese von vielen Forschern ganz geleugneten „Arthrosporen“ diagnostisch zu verwerten.

1. Ohne endogene Sporen, angeblich öfters mit Arthrosporen. Stäbchen meist unter 0,8 — 1 μ dick.
   Bacterium[2]) Cohn emend. Hüppe.
2. Mit endogenen Sporen. Stäbchen oft über 1 μ dick.
   Bacillus[3]) Cohn emend. Hüppe.

Cohn legt bei seiner Abgrenzung mehr Wert als

---

[1]) Es muss leider bemerkt werden, dass „nie schraubig“ eigentlich unwahr ist, denn z. B. beim Milzbrand, Bac. Zopfii u. s. f. kommen zopfartige Schlingen vor, die gar nicht in einer Ebene möglich sind.

[2]) Hieher das Genus Proteus Hauser.

[3]) Den uns besonders geeignet erscheinenden Namen „Endobacterium“ unterdrücken wir, um nicht weitere neue Namen zu benützen.

auf die Sporenbildung auf die Fähigkeit, zu langen Fäden auszuwachsen, was nach ihm für Bacillus charakteristisch ist; er hebt aber mehrfach hervor, dass die meisten Bacillen endogene Sporen bilden.

Die Thatsache, dass durch gewisse schädigende Einflüsse die Sporenbildung einmal verloren gehen kann, ist kein ernsthafter Einwand gegen das System, da in der Mehrzahl der Fälle typische Bacillen auch ohne Sporen erkennbar oder vermutbar sind. Schlimmer ist, dass es Arten zu geben scheint, wie Bacillus erythrosporus, die aufs engste mit stets sporenfreien Arten verwandt sind. Immerhin scheinen uns weniger Einwände gegen die von uns adoptierte Art der Einteilung möglich als gegen die übrigen.

Kritische Bemerkungen über andere Systeme der Bacteriaceae.

Wenig erspriesslich erscheint uns eine Zerlegung des Genus Bacillus:

Spore mittelständig ohne Auftreibung der vegetativen Zelle. **Bacillus** sensu strictiori.

Spore mittelständig mit Auftreibung der vegetativen Zelle. **Clostridium** Prazmowski.

Spore endständig ohne Auftreibung des Restes der vegetativen Zelle. **Paraplectrum** A. Fischer.

Es kommen entschieden Uebergänge bei der gleichen Species vor, so z. B. zeigt Bac. oedematis maligni bald Clostridium-, bald Paraplectrum-Formen.

Der Versuch, auf die Geisseln Gattungsdiagnosen zu bauen, hat bei Migula zu folgendem offenbar unnatürlichem System geführt:

Zellen ohne Bewegungsorgane oft mit Endosporen **Bacterium** Cohn em. Migula.

Zellen mit über den ganzen Körper angehefteten Bewegungsorganen, oft mit Endosporenbildung **Bacillus** Cohn em. Migula.

Zellen mit polaren Bewegungsorganen. Endosporenbildung seltener **Pseudomonas** Migula.

Dadurch kommt Bac. anthracis mit Bact. cuniculicida und Streptococcus lanceolatus zusammen in ein Genus, Bact. typhi und Bac. subtilis zusammen in ein anderes — was doch aller natürlichen Verwandtschaft widerspricht.

Logisch aufgebaut und durch klare Uebersichtlichkeit bestechend, aber an einer Reihe von Mängeln leidend ist auch A. Fischer's System der Bacteriaceen. Immerhin sei es angeführt. (pag. 106.)

Gegen dies System spricht:

1. Vertreter der zahlreichen eingeklammerten Gattungen kennt man nicht mit Sicherheit.
2. Die spindelige und keulige Form des Stäbchens kommt bei der gleichen Species untermischt vor.
3. Die Arten mit einer endständigen Geissel haben häufig 2, vielleicht auch 3, sodass die Gruppen Bactrinëi und Bactrillëi kaum scharf trennbar sind.

III. Familie **Spirillaceae Migula. Schraubenbakterien.**

Vegetationskörper einzellig bogig oder spiralig gekrümmt und gedreht, mehr oder weniger gestreckt; Teilung immer senkrecht zur Längsachse, Zellen oft zu kurzen weniggliedrigen Ketten verbunden, sehr oft paarweise, meist lebhaft durch endständige Geisseln beweglich. Endosporenbildung nur bei zwei Arten bekannt.[1])

1. Zellen kurz, schwach bogig, starr, kommaartig gekrümmt, zuweilen in schraubenartigen Verbänden aneinanderhängend, stets nur mit einer (ausnahmsweise 2) endständigen Geisseln. Nach Hüppe mit Arthrosporen.

   Vibrio O. F. Müller emend. Löffler.
2. Siehe pag. 107.

---

[1]) Es sei hier gleich das von Sorokin beschriebene **Spirillum endoparagogicum** Sor. erwähnt, das er in einem hohlen Baume bei Kasan fand. Dieser typisch spirillenförmig gestaltete merkwürdige Organismus bildet typische Endosporen, die noch im Jnneren des Spirillum auskeimen und so eigenthümliche Bilder darbieten. (C. f. B. I. 466). Der Organismus scheint bisher von keinem anderen Forscher gefunden. — **Vibrio rugula** soll nach Prazmowski eine endständige kopfförmig angeschwollene Spore besitzen; von anderen Vibrionen ist bisher keine Sporenbildung beschrieben, von den Geisseln dieses Vibrio Rugula wissen wir nichts, der Organismus erinnert an Bac. oedematis maligni.

A. Fischers System der Bacteriaceae.

	Mit Endosporen. Die Form der sporenhaltigen Stäbchen ist:			Ohne Endosporen
	cylindrisch	spindelig	keulig	(„mit Arthrosporen")
1. Unterfamilie: Bacillëi. Unbeweglich, ohne Geisseln:	**Bacillus**	**Paracloster**[1]	**Paraplectrum**[2]	**Arthrobacter**
2. Unterfamilie: Bactrinëi. Beweglich mit polarer Einzelgeissel:	**Bactrinium**	**(Clostrinium)**	**(Plectrinium)**	**Arthrobactrinium**
3. Unterfamilie: Bactrillëi. Beweglich mit polarem Geisselbüschel:	**(Bactrillum)**	**(Clostrillum)**	**(Plectrillum)**	**Arthrobactrillum**
4. Unterfamilie: Bactridiëi. Beweglich mit diffusen Geisseln:	**Bactridium**	**Clostridium**	**Plectridium Diplectridium**	**Arthrobactridium**

---

[1]) κλωστὴρ Spindel.
[2]) πλῆκτρον Schläger zum Schlagen von Trommel oder Saiteninstrument.

2. Zelle lang, spiralig gekrümmt, korkzieherartig, starr, mit einem meist polaren Geisselbüschel aus mehreren langen Haupt- und mehreren kurzen Nebengeisseln. Diese Geisselbüschel stehen bei Spir. sputigenum Miller nicht endständig, sondern seitenständig.
Spirillum. Ehrenb. emend. Löffler.
3. Zellen biegsam, lange, spiralig gewundene Fäden darstellend. Geisseln unbekannt. Fortbewegung durch eine undulierende Membran vermutet.
Spirochaete. Ehrenb.

Die beiden wichtigen Species, die als Tuberkelbacillus und Diphtheriebacillus bekannt sind, haben wegen ihrer Bildung von wirklichen Verzweigungen bei den echten Spaltpilzen keinen Platz gefunden. Wir haben deshalb angefügt:

Anhang I. Hyphomycetes. Fadenpilze.[2]

Chlorophyllfreie Fadenpilze teils immer, teils vorwiegend mit echt verzweigtem Mycel ohne Endosporen, z. T. mit Bildung conidienartiger Sporen. Von dieser sehr grossen, durchaus provisorischen Familie haben wir nur 3 Gattungen berücksichtigt, ausschliesslich solche, die durch ihr dünnes Mycel in Fragmenten als Spaltpilze imponieren konnten und z. T. allgemein imponiert hatten.

---

[1]) Migula nennt die jetzt ganz allgemein als Vibrio bezeichnete Gruppe mit Schröter **Microspira**, eine Bezeichnung, die entbehrlich ist, wenn wir die von Löffler angegebene Definition für Vibrio acceptiren. Für die bisher wenig zahlreichen unbeweglichen (geissellosen) starren Vibrionen hat Migula den Namen **Spirosoma** Migula eingeführt.

[2]) Verwandt mit den hier abgehandelten Organismen sind offenbar die Erreger des Favus (**Achorion**), des Herpes tonsurans (**Trichophyton**). Da diese Organismen aber von niemand den Spaltpilzen zugerechnet werden, so konnten wir sie hier weglassen. Unterstützt wurde dieser Entschluss dadurch, dass bei dem gegenwärtig controversen Stand der Frage nach der Speciesumgrenzung in dieser Gruppe nur eigene Specialstudien, zu denen uns bisher die Gelegenheit fehlte, eine kritische Darstellung, verbürgten. — Auch gewöhnlichen **Schimmel** und zahlreiche andere Pilze, die als Hyphomyceten gelten, konnten keine Aufnahme finden.

1) Kulturen durchaus den Charakter echter Bakterienkulturen tragend, weich den Nährböden leicht flach aufliegend. Mikroskopisch: Stäbchen mit kolbig angeschwollenen Enden.

Corynebacterium. Lehm. et Neum.

2) Kulturen auf festem Nährboden erhaben, mehr oder weniger faltig, oft knorpelig.

α) Meist nur kurze, dünne Stäbchen, selten kurze, verzweigte Fäden bildend, ohne Luftmycel und Luftsporen, geruchlos; gibt die Tuberkelbacillenfärbung.

Mycobacterium. Lehm. et Neum.

β) Mycelfäden, lang, dünn gestreckt oder gekrümmt, ohne Scheidewände, ohne Scheide, mit ächter Verzweigung. Manche Species schnüren an den Lufthyphen, die weisslich schimmelartig über das feste Nährsubstrat emporragen, Reihen kurzer Sporen (Conidien) ab, von anderen ist die Conidienbildung nicht bekannt. Nicht nach der Tuberkelbacillenmethode färbbar. Eigenbewegung fehlt teils, teils ist sie vorhanden.

Fast alle Arten verbreiten einen moderigen Geruch. **Oospora.**[1]) Wallroth.

Die weiteren praktisch wichtigen, den Bakterien nahe verwandten, aber sehr stark an echte Algen (Oscillarien) mahnenden Arten haben wir im Anhang II untergebracht.

Werfen wir einen Rückblick auf dieses System, so dürfen wir nicht leugnen, dass die Familien und Gattungen

---

[1]) Die hierhergehörigen Arten sind von den Autoren meist als Glieder der Gattungen **Cladothrix, Streptothrix, Actinomyces** beschrieben. Da Cladothrix eine im Anhang II beschriebene, durchaus verschiedene pseudodichotome Pflanze bezeichnet, der Name Streptothrix, den Cohn 1875 einführte, seit 1839 von Corda für einen schimmelartigen Organismus vergeben ist — so erscheint es zweckmässig mit Sauvageau und Radais (A. P. I. 242) den alten Wallroth'schen Namen **Oospora** für das Genus zu wählen, und die neueren Actinomyces, Micromyces etc. zu seinen Gunsten aufzugeben.

vielfach durch Uebergänge verbunden sind, wir erinnern nur an folgende: Die Grenze zwischen den Coccaceae und Bacteriaceae wird durch gewisse, äusserst kurze Stäbchen verwischt; zwischen Streptococcus und Micrococcus, Micrococcus und Sarcina ist oft nur unsicher zu entscheiden. Im Entwickelungskreis manches Stäbchens kommen gedrehte Formen vor, Geisseln und Endosporen finden sich bei so verschiedenartigen Formen, dass es zu absolut naturwidrigen Gruppierungen führen würde, ein System einseitig auf die Geisseln oder Endosporen zu bauen.

II. Die Abgrenzung der Arten der Spaltpilze.

Ist es schwer, die Gattungen der Schizomyceten scharf zu umgrenzen, so wächst die Schwierigkeit, wenn wir suchen, uns über die einzelnen Arten volle Klarheit zu verschaffen. Hieran sind eine ganze Anzahl von Gründen beteiligt. In erster Linie sind folgende anzuschuldigen:

1. Die Beschreibung der einzelnen in der Litteratur aufgeführten Bakterienarten ist vielfach eine absolut ungenügende gewesen, ja noch in neuerer Zeit wird in dieser Richtung sehr viel gesündigt.
2. Es giebt eine grosse Anzahl gelegentlich beschriebener Bakterienarten, die nirgends mehr in Kultur zu haben sind, bei denen also jede Möglichkeit fehlt, sie mit einer als neu erscheinenden Art zu vergleichen.
3. Eine ganze Zahl von Beschreibern „neuer" Arten hat sich überhaupt gar nicht die Mühe genommen, die Leistungen der Vorgänger zu berücksichtigen was allerdings nach 2) und 3) oft entschuldbar ist.
4. Die oben (pag. 99) beklagte Planlosigkeit in der Benennung von Gattungen tritt bei der Benennung der Arten ebenso hervor. Die fein ausgearbeiteten Regeln der Speciesbenennung sind den bakterienentdeckenden Aerzten naturgemäss unbekannt, dies entschuldigt, beseitigt aber den Uebelstand nicht.

Viele Bakterien haben keine Namen, sondern nur Buchstaben und Zahlen zur Bezeichnung erhalten, andere führen nur Trivialnamen, z. B. (Bacillus der Frettchenseuche), andere haben, (vergl. pag. 100.) mehrere Speciesadjective erhalten.

Noch wichtigere Schwierigkeiten für eine korrekte Artdefinition bei den Bakterien, liegen in der im allgemeinen Abschnitte so oft angeführten ausserordentlich starken Variabilität der Bakterien. Besteht auch nicht wie Nägeli meinte, durchweg eine fast schrankenlose Umwandlungsfähigkeit in morphologischer wie biologischer Richtung, hatten auch Robert Koch und Ferd. Cohn im wesentlichen Recht, wenn sie die Existenz zahlreicher scharf abgegrenzter, leicht rein zu züchtender, ihre Eigenschaften konsequent bewahrender Bakterienarten behaupteten, so hat doch die fortgesetzte immer tiefer gehende Forschung heute zur Evidenz bewiesen, dass die Mehrzahl der Eigenschaften einer wohl umgrenzten Art sehr schwanken. Wir haben z. B. gelernt, dass auf verschiedenen Nährböden die mikroskopischen Formen in weitem Umfange variieren, dass Gelatineverflüssigung (pag. 56) und Farbstoffbildung (pag. 64), Bouillontrübung, Häutchen- und Bodensatzbildung, Gärvermögen (pag. 61) und Pathogenität (pag. 89) äusserst wechselnde Grössen sind, die von einem Maximum bis zu Null schwanken können, ja sogar die Fähigkeit der Sporenbildung (pag. 22) und wie es scheint der Geisselproduktion resp. Eigenbewegung (pag. 50) ist eine — wenn auch selten — zu Verlust gehende Eigenschaft.

Wir mögen diese Thatsachen vom didaktischen Standpunkte beklagen, da sie das Lehren und Lernen der bakteriologischen Wissenschaft sehr erschweren und ab und zu auch dem Geübten den sicheren Entscheid einer konkreten Frage unmöglich machen — wir dürfen sie aber nicht übersehen, wenn wir wissenschaftliche Bakteriologie treiben wollen.

Es ist heute noch nicht mit Sicherheit abzusehen, wie sich die Umgrenzung von Bakterienspecies später gestalten wird, ich müsste mich aber sehr täuschen, wenn

das gründliche Studium der verschiedensten Bakterien in morphologischer und biologischer Richtung nicht schliesslich etwa zu einem Bilde führte, wie dies heute die genauer studierten polymorphen Genera der höheren Pflanzen darstellen, ich erinnere an Hieracium, Rosa, Rubus und so viele andere. Wir werden vielleicht dazu kommen, eine Anzahl von Typen herauszuheben, die sich leicht selbst von ihren näheren Verwandten unterscheiden lassen, die eine grosse relative Stabilität besitzen und sogenannte „echte gute" Arten darstellen. Andere Typen bieten eine grössere Vielförmigkeit dar, wir können eine Reihe von mehr oder weniger gut differenzierten Formen des Typus unterscheiden, die sich in biologischer oder morphologischer Hinsicht so definieren lassen, dass es einem zweiten Beobachter möglich ist, einen gefundenen Organismus als die eine oder andere Form wieder zu erkennen, wenn sich ihm vielleicht auch schon gleich der Wunsch aufdrängt, die Abgrenzung der Formen etwas anders zu fassen. Und endlich kennen wir Typen (Gruppen) und werden ihre Zahl mit fortschreitendem Studium noch stark zunehmen sehen, deren Variabilität unter künstlichen und natürlichen Bedingungen so gross ist, dass es zwar durch die Kombination gewisser Merkmale möglich ist, unzählig viele Formen aufzustellen, aber ohne dass dadurch eine wesentliche Vertiefung der Erkenntnis geschaffen wird (B. coli.). Auf dem Gebiete dieser Formen wird grade wie bei den höheren Pflanzen der „Speciesmacher" seine grössten Triumphe feiern, er wird durch schöne Namen die Verschiedenheit der Species darzuthun suchen und wird sich schliesslich, wenn er anders ehrlich die Wahrheit erkennen will, überzeugen, dass man diese oft gleitenden Formenreihen ebensogut nach anderen Gesichtspunkten hätte ordnen können und dass seine vielen Namen, dadurch dass sie falsche Hoffnungen erweckten, nur Schaden brachten.

Dem falschen Glauben, es müssten jeder biologisch resp. pathologisch hervorragenden Art auch morphologische Besonderheiten entsprechen, haben wir oft entgegentreten müssen. Viele Arten erscheinen in mehreren biologischen Formen (Anpassungen).

Ich bin mir wohl bewusst, dass wir im Folgenden vielfach eine Danaidenarbeit ausgeführt haben, wir suchten zum Begriffe von Species — d. h. unwandelbaren Einheiten — zu kommen, obwohl wir uns überzeugt haben, dass kaum eine der zur Diagnose zur Verfügung stehenden Eigenschaften wirklich konstant, und dass die Grösse der möglichen Variabilität erst für wenige Hauptarten etwas näher bekannt ist. — Möge es uns gelungen sein, zwischen der Scylla — jede Bakterienform als Art anzusehen — und der Charybdis — alles irgend oberflächlich Aehnliche zu einer Species zu vereinigen — das richtige Fahrwasser, soweit es bisherige objektive Forschung kennen gelehrt hat, einzuhalten — geleitet von der Ueberzeugung, dass die allgemein erkannten Wahrheiten (der Pflanzensystematik) im grossen und ganzen auch für unsere Aufgabe Geltung haben müssen. Es sind noch nicht viele vor uns auf dieser schwierigen Strasse gesegelt — auch wir werden sie nicht ohne Irrtümer durchlaufen haben. Dass wir oft gegen starke Zeitströmungen steuern mussten, hat uns zu grosser Vorsicht bei der Fahrt gemahnt.

B. Systematische Beschreibung der wichtigeren Spaltpilzarten.

Vorbemerkungen zum systematischen Teil, Abkürzungen etc.

1. Wir haben etwa 60 Species so ausführlich und vielseitig wie möglich geschildert, einige hundert kurz beschrieben, zahlreiche uns nicht näher bekannte Arten kurz erwähnt, wo sie im Zusammenhang hingehörten.
2. Die Kolonien bei schwacher Vergrösserung sind beschrieben und gezeichnet bei geschlossener Blende und so eingestellt, dass die Randpartien genau sichtbar sind.
3. Zur Zeichnung und Beschreibung kamen stets mitteldichte Schalenplatten von 60—100 Keimen zur Ver-

wendung. Von den Kolonien wurden meist kleinere gewählt.

4. Alle Angaben über das Wachstum auf Gelatine beziehen sich auf die Temperatur von 22°, auf Agar von 37°, falls nichts anderes angegeben.
5. Wenn bei der beschreibung des Agarstriches und der Oberfläche des Agarstiches über Farbe und Konsistenz nichts Besonderes gesagt ist, so ist dieselbe wie auf der Agarplatte.
6. Ueber die Bildung von **Farbstoffen, Geruchstoffen, Geschmackstoffen** u. sonstigen **Stoffwechselprodukten** haben wir nur etwas bemerkt, wenn speciellere Forschungen vorlagen.
7. Unsere ursprüngliche Absicht, über die **Widerstandsfähigkeit** aller wichtigen Arten gegen Schädlichkeiten ausführlich zu handeln, haben wir als zu weit führend aufgegeben. Bestimmend war dabei ausserdem der Umstand, dass die Angaben der Autoren so vielfach stark abweichen; wir haben uns deshalb darauf beschränkt, für einige Arten ausführliche Angaben zu machen (Micr. pyogenes, Streptococ. pyogenes, Strept. lanceolatus, Bac. anthracis, Bact. typhi, Corynebact. diphtheriae, Mycobact. tuberculosis, Vibrio cholerae).
8. **Das Citieren der Atlasabbildungen** geschah stets so: Tafel mit arabischen Ziffern, Figur mit lateinischen. Also bedeutet 5. VIII = Fig. VIII auf Tafel 5.

Zu beachten sind ferner die Vorbemerkungen vor den einzelnen Abschnitten Coccaceae, Bacteriaceae, Spirillaceae.

Verzeichnis der von uns gebrauchten Termini bei der Beschreibung der Bakterienkulturen.

I. **Stichkulturen:**

A. Nicht verflüssigend.

1. Stichkanal:

a) Fadenförmig = gleichmässiges Wachstum ohne irgend welche besonderen Merkmale.

α) glatt.

β) rauh.

b) Knötchentragend = Der Stichkanal ist mit mehr oder weniger grossen Höckerchen, Spitzchen oder Zacken besetzt.
c) Härchentragend = Der Stichkanal ist mit zarten längeren oder kürzeren ungeteilten Ausläufern besetzt, diese sind α) parallel laufend, β) gekräuselt, γ) verfilzt
d) Aestchentragend = Der Stichkanal ist mit geteilten Ausläufern besetzt.
e) Perlschnurartig = Der Stichkanal besteht aus kleinen rundlichen oder runden unzusammenhängenden Kolonien.
f) Bandförmig = Wachstum als schmales Band, hervorgebracht durch die Anlage des Stichkanals mit einer Oese.

2. Oberflächenwachstum:
Hier gilt dasselbe wie bei den nichtverflüssigenden aufliegenden Kolonien auf der Platte.

B. Verflüssigend:
a) Gleichförmig verflüssigend, wenn die dem Stich folgende Verflüssigungszone sich zwar vergrössert, aber keine wesentlich andere Form annimmt, als zu Anfang.
1. Schlauchförmig: langsam, schwach u. schmal.
2. Strumpfförmig, sackförmig: rasch, kräftig, zuweilen an den Wänden ausgebuchtet.
3. Blasig. Vide Anaërobe.
b) Ungleich verflüssigend:
I. Anfangsstadium:
1. Schalenförmig.
2. Trichterförmig.
3. Scheiderichterförmig.
II. Vorgerückteres Stadium:
1. Cylindrisch = Die Verflüssigung geht mehr in die Breite, erreicht rasch den Glasrand und schreitet dann mit horizontaler Begrenzungsfläche abwärts.
2. Trichterförmig = Die Verflüssigung schreitet mehr allseitig von der angelegten Kultur vor. Die Trichterform bleibt noch im späteren Stadium erhalten. Oft wird später die zweite Form von der ersteren abgelöst.

II. **Strichkulturen:**
A. Belag: Gelten dieselben Bezeichnungen wie bei den Oberflächenkulturen auf der Platte.
B. Condenswasser:
a) Klar mit oder ohne Bodensatz.
b) Getrübt = mit unscharf abgegrenztem Bodensatz.
c) Häutchen tragend.

III. **Bouillonkulturen:**

A. Flüssigkeit:
a) Klar.
b) Getrübt.

B. Bodensatz:
a) Wolkenartig.
b) Fadenziehend = wenn er sich beim Schütteln zu einer Säule gedreht erhebt und sich homogen verteilen lässt.
c) Sandig = wenn er fest am Boden liegt und sich beim Aufschütteln so verteilt, dass noch kleine Bröckelchen darinschwimmen.

IV. **Kartoffelkultur:**

Gelten dieselben Bezeichnungen, wie bei den Strich- und Plattenkulturen.

V. **Plattenkultur:**

A. Ohne Verflüssigung:

a) **Form:**

1. Punktartig = wenn die Dimensionen noch äusserst gering sind,
2. rund = kreisrund,
3. rundlich = nicht wirklich kreisrund,
4. oval,
5. wetzsteinförmig = an beiden Polen zugespitzt,
6. geringelt, gewunden.

b) **Erhebung:**

1. flach,
2. schleierartig,
3. wellig,
4. netzartig,
5. terrassenartig,
6. erhaben,
7. nagelkopfförmig,
8. tropfenförmig,
9. hornförmig.

c) **Optische Oberflächenbeschaffenheit:**

1. saftig glänzend = Höchster Grad des Glanzes,
2. fettglänzend,
3. mattglänzend,
4. matt,
5. mehlig bestäubt,
6. durchscheinend,
7. irisierend, perlmutterartig,
8. undurchsichtig,
9. kreidig.

d) **Konsistenz:**

1. Schleierig,
2. häutig,
3. lederartig,
4. fadenziehend,
5. schleimig,
6. knorpelig,
7. brüchig,
8. butterartig.

e) **Randbeschaffenheit,** besonders bei schwacher mikroskopischer Vergrösserung:

1. ganzrandig,
2. rauh,
3. glatt,
4. gezähnt,
5. gelappt,
6. ausgebuchtet,
7. zerrissen,
8. kurzhaarig,
9. langhaarig,
10. lockig,
11. verfilzt.

f) **Innere Zeichnung:**

1. homogen = (ohne Zeichnung),
2. zonentragend,
3. Radiärstreifig,
4. Radiärfurchig,
5. fein punktiert,
6. grob punktiert,
7. gekörnt (granuliert),
8. grob gekörnt,
9. feinlappig = maulbeerförmig,
10. groblappig = schuppig,
11. unregelmässig fleckig,
12. geflammt,
13. locki g,
14. gekrümelt,
15. verfilzt.

B. Mit Verflüssigung:

a) **Form:**

1. Schalenförmig einsinkend.
2. Lochförmig einsinkend.

b) **Aussehen:**

1. Schaleninhalt klar α) mit kompakter ursprünglicher Kolonie.
   β) mit zerfallener ursprünglicher Kolonie.
2. Diffus getrübt.

Specielle Vorbemerkungen zu den Coccaceae. Kugelbakterien.

1) Da fast alle aufgeführten Arten mit Ausnahme des M. gonorrhoeae sich mit den gewöhnlichen Anilinfarben und nach Gram färben, so ist meist nur etwas über die Färbbarkeit bemerkt, wenn die Färbung nach Gram nicht möglich ist.

2) Wo nichts von Geisseln und Sporen erwähnt ist, fehlen sie.

3) Ueber die — bei allen Kokken sehr intensive — Färbbarkeit mit wässerigen Anilinfarbstoffen ist nichts bemerkt, da stets das gleiche hätte

bemerkt werden müssen. Es ist dringend zu empfehlen, Kokken stets nur mit verdünnten wässerigen Anilinfarbstoffen zu färben oder auf die Anwendung noch stärkerer Lösungen verdünnte Essigsäure als Entfärbungsmittel folgen zu lassen, oder die Gram'sche Methode anzuwenden, wenn man die Kittmassen zwischen den Bakterienzellen (Hüllen) nicht mitfärben will. Obligatorisch ist dies für Sarcinen und Doppelkokken zur Sichtbarmachung der Teilungslinie sich spaltender Kokken u. s. f. — (Einzige Ausnahme Gonococcus).

4) Da alle Arten der Gattung Micrococcus nicht selten als Doppelkokken, Tetraden und kurze Ketten vorkommen, so haben wir über die Lagerung nur etwas erwähnt, wenn etwas besonderes zu erwähnen war.

5) Nähere Ausführungen über Eiterung und die Rolle der Mikroorganismen bei derselben siehe bei Kurt Müller C.B. XV. 735 und Poliakoff C. B XVIII. p. 33.

Familie I. Coccaceae. Kugelbakterien.

Familiendiagnose und Gattungsschema. (Siehe pag. 101.)

1. Streptococcus. Billroth.

Die Zellen teilen sich nur nach einer Richtung des Raumes, senkrecht auf die Wachstumsrichtung, so dass sich, wenn die geteilten Zellen unter sich im Zusammenhang bleiben, kürzere oder längere rosenkranzförmige Ketten bilden, sehr häufig erscheint die Kette aus lauter Paaren von Kokken bestehend. Am sichersten bilden sich die Ketten in Bouillon; auf Gelatine und Agar, sowie in den Tierorganen treten sehr oft keine Ketten auf — es sind also bei jeder im geringsten den Verdacht auf Streptokokken erweckenden Art Bouillonkulturen anzulegen, ehe man an die Bestimmung geht. — Nicht selten findet man in Streptokokkenketten einzelne Glieder von etwas grösseren Dimensionen, im

übrigen aber von genau gleichem Verhalten wie die anderen Kettenglieder. Es ist also zum mindesten bisher nicht sicher, dass diese Zellen Arthrosporen darstellen, wie manche Autoren wollen.

Schlüssel zur Bestimmung der wichtigsten Streptokokkenarten.

I. Kokkenketten auf allen Nährböden (auch auf Trauben- und Rohrzucker haltigen) ohne dicke Hüllen, höchstens mit dünnen Kapseln.

A) Auf Hammel- und Kalbserum nicht als gelbe „Rahmschicht“ wachsend und mikroskopisch ohne breite Hüllen.

a. Form der Kokken kreisrund oder durch Teilung halbkugelig. Kapseln fehlen fast stets.

1) G. nicht oder sehr langsam verflüssigt. Zellen 0,6—1 μ. Lange oder kurze Ketten. Häufig besser anaërob gedeihend. Schwaches Wachstum auf allen Nährböden. Pathogen oder nicht pathogen. **Strept. pyogenes** Rosenbach.[2])

2) G. rasch schlauchförmig verflüssigt. Zellen sehr klein (0,2—0,4 μ). Bildet lange Ketten, wächst schlecht auf Kartoffeln, Agar und Serum. Nach Escherich (die Darmbakterien des Säuglings, Stuttgart 1885 p. 77) ein konstanter Bewohner des Fleischkots. Für Meerschweinchen nicht pathogen. Strept. coli gracilis Escherich.
Strept. gracilis (Escherich) Lehm. et Neum.

B. Form der Kokken mehr oder weniger lanzettförmig, Kapseln fehlen im Tierkörper nie, auf künstlichen Nährböden meist. Auf Gelatine schlechtes Wachstum, keine Verflüssigung.
Strept. lanceolatus Gamaleia.[2])

β) Auf flüssigem Hammel- und Kalbserum gelbe rahmartige Schicht bildend, mikroskopisch auf diesen Nährböden mit breiter, nicht färbbarer Hülle. **Strept. involutus** Kurth.

II. Kokkenketten auf Trauben- und Rohrzucker-Nährböden mit dicker Gallerthülle, welche die Dicke der Kokkenkette jederseits um das 10 fache übertrifft, auf anderen Nährböden mikroskopisch nicht von Gruppe I zu unterscheiden.
Strept. mesenterioides Migula.

---

[1]) Die Streptokokken spotten jeder sicheren Arteinteilung — das hier gegebene, scheinbar bequeme und sichere Einteilungsschema leidet sehr durch die bei der näheren Artbeschreibung angeführten Einzelheiten, Zwischenformen etc.

[2]) Vergl. auch unten Streptococcus intracellularis (Weichselbaum) Lehm. et Neum.

Streptococcus pyogenes Rosenbach [1])
Tab. 6.

Synonyme: St. erysipelatos Fehleisen, St. puerperalis Arloing, St. articulorum Flügge, St. pyogenes malignus Flügge, St. septicus Nic, St. scarlatinosus Klein. Vergl. auch pag. 125 und 126.

Trivialname: Kettencoccus, Perlschnurcoccus.

Wichtigste Litteratur: Rosenbach (Mikroorganismen bei den Wundinfektionskrankheiten des Menschen 1884). Fehleisen (Aetiol. des Erysipels Berlin 1883). v. Lingelsheim (Z. H. X 331, XII. 318.) Kurth (A. G. A. VII.) Behring (C. B. XII, p. 192). Knorr (Z. H. XIII. 1893). Pasquale (Zieglers Beiträge XII. Grosses Litteraturverzeichniss). Marmorek (Wiener med. Woch. 1895.)

Mikroskopisches Aussehen: Das charakteristische Ketten-Wachstum zeigt sich namentlich in Flüssigkeitskulturen (Bouillon). Auf festen Nährböden und im Thierkörper sind die Ketten oft ganz kurz oder die Anordnung überhaupt unregelmässig. (6. IX. X.)

Bei genauer Betrachtung schwach gefärbter Präparate bestehen die Glieder der Kette meist aus 2 Halbkugeln, die durch eine farblose Masse unter sich und mit dem nächsten Gliede verbunden sind. Seltener sind deutliche Schleimhüllen um die Ketten zu sehen (Kapseln). (Vergl.: Babès Z. H. XX.)

Färbbarkeit: Wie gewöhnlich und gut nach Gram.

Sauerstoffbedürfnis: Fakultativ anaërob, bald besser aërob, bald besser anaërob.

Ansprüche an Temperatur und Nährboden Wachstum ziemlich langsam, am besten bei 37 ^{0}. Ueber 47^{0} kein Wachstum mehr (Arloing).

---

[1]) Da alle Versuche den Streptococcus pyogenes in eine Summe schärfer umgrenzter Arten zu zerlegen als gescheitert angesehen werden müssen, weil gleitende Uebergänge zwischen den einzelnen Unterarten vorhanden sind, so behandeln wir die Art als einheitlich, und lassen als Anhang einiges über ihre Formen folgen.

Wachsen auch auf schwach saurem Nährboden (Salzsäure, Weinsäure) langsamer aber üppiger. Entwickeln sich bei 23° langsamer aber mit längerer Lebensdauer als bei 37°. Besonders gutes Wachstum in erschöpfter Cholerabouillon und Pyocyaneumbouillon filtriert oder unfiltriert. (Turró C. B. XVII 865.)

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Sehr kleine weissliche, rundliche, flache, seltener schwach erhabene Kolonien, welche auch bei längerem Stehen nicht wesentlich wachsen. [6. V.]

b) 50fache Vergrösserung: Aufliegende: Rundliche Kolonien mit glattem Rand [6. VII e], welcher aber auch wellig ausgebuchtete, zackige, sogar ausgefranste und zerrissene Formen annehmen kann [6. VI e]. Die Farbe ist grau bis gelblich, Struktur zart punktiert bisfeinkörnig; meist durchscheinend. Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig, rauh oder glattrandig, etwas gröber punktiert als die Aufliegenden. [6.VII i, VI. i.]

Gelatinestich: Stich: Anfangs fadenförmig, nach kurzer Zeit treten zahlreiche kleine Knöpfchen im Stich auf [6 II]. Wie Gelatineplatte.[1])

Gelatinestrich: Schmale zierliche dünne Ausbreitung längs des Striches am Rande mit Knötchen besetzt.

Agarplatte:

a) Natürliche Grösse: Wie Gelatineplatte.

b) 50fache Vergrösserung. Aufliegende: Kreisrunde Kolonien mit zart punktiertem Rand, durchscheinend, graugelblich, anfänglich sehr zart punktiert, später (14 Tage) zuweilen granuliert, nicht selten tritt deutlichere Läppchenzeichnung auf. [6 VIII. e.] Tiefliegende: kleiner und etwas dunkler. [6 VIII i.]

---

[1]) Gelatineverflüssigung ist nach den deutschen Autoren sehr selten, Pane hat an Strept. pyogenes aus menschlichen Abscessen bei Temperaturen über 24° regelmässig Gelatineverflüssigung gesehen auf Gelatine, die er durch Kunstgriffe so herstellte, dass sie fast erst bei 30° schmolz. (C. B. XVI. 228.)

Agarstich: Stich: Fadenförmig, später zuweilen gekörnt [6 III]. Oberflächenansicht: Sehr zarte Auflage, durchscheinend, grau unregelmässig, unbedeutend. Atypisch kann auch die Auflage kräftiger werden, dann weisslich grau mit glattem gewelltem Rand. [6 IV.]

Agarstrich: Wie Gelatine. Kondenswasser: Klar mit schwach weisslichem Bodensatz.

Bouillonkultur: Sehr variabel bei den einzelnen Formen: Diffuse Trübung bis Bildung eines kompakten Bodensatzes bei klarer Flüssigkeit (S. p. 125.)

Milchkultur: Nach 4 × 24 Stunden fest koaguliert.

Kartoffelkultur: Unscheinbares Wachstum, zuweilen ganz fehlend, selten üppiger (vergl. p. 125.)

Eiweissfreie Nährböden: Wächst schwach.

Lebensdauer: In Kulturen meist nur wenige Wochen. Im Eisschrank bleiben nach Petruschky Kulturen, die 48^h bei 22^0 auf Gel. gewachsen waren, monatelang fortpflanzungsfähig und virulent. St. pyogenes gehört zu den leichter absterbenden Arten. Bouillonkulturen leben bei Sauerstoffzutritt meist nur Wochen, in Wasserstoff monatelang.

Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknen. Leben und Virulenz erhält sich mehrere Monate, besonders wenn Eiter eingetrocknet wurde.

Chemische Leistungen:

a) Farbstoffbildung: Fast stets ohne Farbstoffbildung; von Kruse u. Pasquale sind in Italien Rassen mit gelbbraunem bis blutrotem Pigment gezüchtet. Es waren dies hochvirulente kurze Ketten bildende Formen, von Tuberkulösen stammend.

b) Kein Indol, wenig Schwefelwasserstoff.

c) Säurebildung aus Kohlehydraten bei unserer Kultur minimal, keine Gasbildung.

Nach Sieber-Schoumoff bilden gewisse Rassen Linksmilchsäure (Strept. erysipelatos und Strept. scarlatinae). andere inaktive Milchsäure (Strept. pyogenes), aus Trauben- u. Milchzucker. Alle Rassen bilden ferner etwas flüchtige

Fettsäuren, giftige Albumosen, von Gasen nur Kohlensäure mit Ausnahme der bei Scharlach gefundenen Form, die auch Wasserstoff bildet.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Im Boden, in Kanalwasser, einmal in einem Brunnen (Landmann C. B. XV. 437).

b) Im gesunden Organismus: In Mundhöhle, Nasenhöhle, Vagina, Cervix uteri nicht selten, zuweilen sogar in virulenten Formen.

c) Im kranken Menschen: Der St. pyogenes kann eine sehr grosse Zahl von Krankheiten erregen, namentlich Entzündung und Eiterung in allen Teilen des Körpers. Besonders häufig werden folgende Erkrankungen von Str. erregt: Erysipel, Phlegmone, Abscess[1]), Lymphangoitis, Angina follicularis, Bronchitis, Impetigo contagiosa, zellige Pneumonie (Finkler), Pyaemie, Septicaemie, Puerperalfieber. Seltener: Pleuritis, Pericarditis, Meningitis, Enteritis[2]), etc., einige Osteomyelitisfälle, Elephantiasis nostras (Sabouraud).

Bei Symptomen von Allgemeinerkrankung findet er sich im Blut und Harn ziemlich häufig.

Mit Sicherheit beruhen ferner auf St. pyogenes Infektion, ein Teil der Fälle von Nephritis, Gelenkrheumatismus, Myelitis, Kinderlähmung. Mannaberg hat ihn in 14 Fällen bei Morbus Brighti gefunden. (C. B. V. 93.)

Eine wichtige Rolle spielt der St. pyogenes bei Diphtherie, Scharlach, Phthisis; er begleitet die eigentlichen Krankheitserreger und beeinflusst wesentlich das Krankheitsbild, be-

---

[1]) Bei Phlegmonen u. Abscessen liegt häufiger der Staphylococcus (Mic. pyogenes) oder Mischungen von beiden vor.

[2]) Im Institut für Infektionskrankheiten in Berlin wurde durch Beck ein Fall von Streptokokkeninfektion (Darm, Blut, Organe) beschrieben, der in 3 Tagen zum Tode führte und während dieser Zeit das typische Bild der Cholera asiatica darbot. (C. B. XI. 632.) Vergl. Tavel, de Cérenville etc. (C. B. XVIII. 547.)

sonders den Fieberverlauf. (Febris hectica = Streptokokkenfieber.) Petruschky (Z. H. XVII.)

d) Bei Tieren: Als Erreger ähnlicher Krankheiten.

In der Vaccine der Kuhpockenanstalten nicht selten.

Experimentelle Erfahrungen über Pathogenese:

a) Mit lebenden Kulturen: Die Virulenz schwankt gewaltig, schon der frisch isolierte Organismus kann nur schwach virulent sein; durch die Zucht auf den gewöhnlichen Nährböden nimmt die Virulenz rasch fast auf null ab. Durch fortgesetzte Tierübertragung tödlicher Dosen kann eine anfänglich hohe Virulenz noch stark gesteigert werden. Marmorek erhielt so Kulturen von solcher Virulenz, dass $^1/_{1000}$ cbmm fast alle und $^1/_{100000}$ cbmm noch einzelne Mäuse subkutan tötete, d. h. Mengen, die nur ziemlich wenige Keime enthalten. Die Erhaltung der Virulenz gelingt nach Marmorek sehr gut auf Mischungen von 1) 2 Teile Menschenserum + 1 Teil Bouillon, 2) 1 Teil Ascites oder Pleuraexsudat-Flüssigkeit + 2 Teile Bouillon, 3) 2 Teile Pferdeserum + 1 Teil Bouillon — selbst bei 2 monatlichem Aufenthalt im Brutschrank ohne Uebertragung auf frischen Nährboden.

Im allgemeinen sind von den Tieren gegen Strept. am empfindlichsten: Mäuse und Kaninchen, viel weniger Hunde und Ratten (Pansini). Noch besser vertragen Schaf und Ziege, am besten Pferd und Esel Streptokokken.

Knorr hat folgende prinzipiell wichtige Punkte über die Virulenz ermittelt: Durch fortgesetzte Mäuseübertragung erhält man einen Organismus, der für Mäuse sehr pathogen ist — dabei aber gleichzeitig seine Virulenz für Kaninchen allmählich verloren hat, ein wichtiger Fingerzeig dafür, dass man auf eine specifische Virulenz keine Species gründen darf.

Je virulenter eine Form für eine Tierart, um so sicherer tötet sie ohne Eiterung, letztere wird nur durch schwach virulente Formen hervorgebracht.

Fast alle oben angeführten Krankheiten sind an Tieren experimentell erzeugt, sehr viel kommt für das Resultat auf Versuchstier, Virulenz, Infektionsstoffmenge an.

Auch auf den Menschen sind Streptokokken mit Erfolg überimpft. (Erysipel, Phlegmone).

b) mit abgetöteten Kulturen:

Auf eiweisshaltigem Nährboden bilden Streptokokken mit Alkohol fällbare wasserlösliche Gifte. Zu ihrer Gewinnung tötet man Kulturen mit Chloroformdämpfen, oder filtriert sie durch Porzellan. Grössere Dosen der Stoffwechselprodukte bewirken Eiterung und Fieber, ja den Tod.

Ueberstehen die Tiere eine Injektion von Stoffwechselprodukten und haben sie sich nach einiger Zeit von der konsekutiven Kachexie und Abmagerung erholt, so kann man die Dosis steigern und allmählich eine grössere Immunität erzeugen.

Gekochte Kulturen immunisieren nach Courmont und Rodet rascher und sicherer — nie wird aber nach Marmorek die Immunität eine grosse.

Marmorek hat durch subkutane Streptokokkeninjektion Pferde und Esel zu Lieferanten eines stark immunisierenden und mit Heilkraft begabten Serums gemacht.

Specielle Nachweismethoden: Mikroskopische Form, Färbbarkeit nach Gram. Agarplatte im Thermostat. Tierversuch (Maus).

Formen und Unterarten von St. pyogenes.

Alle neueren Untersucher haben einen gewaltigen Polymorphismus des St. pyogenes beobachtet und manche von ihnen versucht durch Aufstellung von Unterarten die Sachlage zu klären. Doch erweist sich jedes Schema als zu eng, da fortwährend Rassen gefunden werden, die die Merkmale in anderen Kombinationen[1]) zeigen.

---

[1]) So ist z. B. ein „St. brevis" von vielen Autoren ohne Gelatineverflüssigung, ein St. longus mit geringer Verflüssigung gefunden worden. Ebenso finden sich gelegentlich St. longus mit sichtbarem und St. brevis ohne Kartoffelwachstum. Marignac und d'Espine fanden St. brevis, der Absätze in Bouillon bildete und sie nicht trübte.

Behring und sein Schüler von Lingelsheim kamen zu folgender Einteilung:

A. In Bouillon Bildung kurzer schwach gewundener Ketten, Bouillon getrübt. Gelatine wird in sehr geringem Umfang verflüssigt, Wachstum auf der Kartoffel deutlich, Wachstum schon bei 10—12°. Virulenz fehlt meist. **Streptococcus brevis** von Lingelsheim.

B. In Bouillon bilden die Streptokokken schwach gewundene lange Ketten (40 und mehr Glieder), die einen flockigen oder schleimigen Bodensatz darstellen, die Bouillon klar lassen. Die Gelatine bleibt stets fest, sichtbares Kartoffelwachstum fehlt, die Virulenz ist meist gross. Wachstum nicht unter 14—16°. **Streptococcus longus** von Lingelsheim.

Behring stellt folgende Varietäten des St. longus auf:

I. Bouillon trübend (namentlich bei Erysipel, Anginen, Phlegmonen) α. **turbidus** Behring.

II. Bouillon nicht trübend. Bodensatz schleimigweich (Phlegmonen, Pneumonie, Entzündung seröser Häute) β. **viscosus** Behring.

III. Bouillon nicht trübend. Bodensatz Schüppchen oder Bröckel bildend, aus langen, dicht verflochtenen Ketten bestehend. Wächst nach Kurth im Gegensatz zu den vorhergehenden Arten nicht bei 16—17°. Sehr pathogen. Bei Scharlach — aber nicht der Erreger γ. **conglomeratus**, Kurth.

IV. Bouillon nicht trübend. Grössere Konvolute bildend, die Neigung zeigen an der Glaswand zu haften. Bisher nur bei Pneumonie der Pferde δ. **equinus** Behring.

Nach Behrings Schüler Knorr lassen sich die Merkmale dieser Unterarten durch fortgesetzte Kultur verändern, und es lässt sich so die Identität dieser Unterarten erweisen. (Z. f. H. XV 1876.) Auch Kruse und Pasquale (Zieglers Beiträge XII 1893. p. 433) fanden das gleiche. — Interessant, aber unbefriedigend ist auch Pasquale's Versuch einer Streptokokkenklassifikation (C. B. XV 761) — auf den wir verweisen.

Interessant ist Waldvogel's Befund: 3mal erhielt er nach Verimpfung von Strept. longus (der Bouillon klar liess und unbedeutenden krümeligen Bodensatz lieferte) aus dem Herzblut der geimpften Mäuse einen in 4—6 glied. Ketten wachsenden Organismus, der Bouillon diffus milchig trübte. — Auf Kartoffeln wuchsen beide Formen gleich schlecht. Durch Züchtung auf stark alkalischer Bouillon konnten die langen Ketten in eine schwach diffus trübende Form verwandelt werden, die trübende Form durch Zucht auf fast neutraler Bouillon wieder in eine Rasse, die in klarer Flüssigkeit feine Flocken u. viele längere Ketten producierte.

Nach solchen Erfahrungen wollen viele neueste Autoren nichts von einer Einteilung des St. pyogenes in verschiedene Formen wissen und ziehen es vor, die von ihnen beschriebenen Formen als St. pyogenes zu bezeichnen, die Form durch einen kurzen Satz charakterisierend.

Nächste Verwandte von Strept. pyogenes. (Ros.)

Es sind unter den verschiedensten Namen ganze Reihen von Streptokokken beschrieben, die sich — sobald man die Erfahrungen berücksichtigt, welche die neueren Studien über den Strept. pyogenes ergeben haben — nicht mehr als morphologisch verschiedene Species auffassen lassen, sondern nur als mehr oder minder gut charakterisierte (biologische) Formen.

Streptococcus equi. Kitt. Drusestreptococcus Schütz.

Alle morphologischen Merkmale stimmen durchaus zu Strept. pyogenes. Die Druse ist eine Entzündung der oberen Luftwege beim Pferd mit entzündlicher Erkrankung der benachbarten Lymphdrüsen, die nicht selten abscedieren. Die Abgrenzung gegen Rotz ist mikroskopisch und durch positive Hausmausimpfresultate leicht. (Schütz C. B V. 44. Kitt B. K. 250.)

Streptococcus agalactiae Adametz = St. mastitidis sporadicae Guill., St. mast. epidemicae Guill., Galtkokkus.

Morphologisch ein bald kurz- bald langkettiger St. pyogenes. Erreger der gelben Galt, einer bald sporadisch, bald epidemisch auftretenden Euterentzündung der Kühe und Ziegen. Die Milch

---

[1]) Hierher auch **Strept. cinereus** Zimmermann (Bd. II p. 64) aus Leitungswasser, der sich durch etwas stärker prominierende G. P. Kulturen auszeichnen soll.

wird dabei sehr spärlich, gelblich, von flockigen Gerinnseln und oft von Gasbläschen durchsetzt. Die lange Ketten bildende Form ist virulenter als die in kurzen Ketten auftretende. Wichtig ist, dass manche Rassen energisch unter Gasbildung Trauben- und Milchzucker zersetzen, nach Nencki vorwiegend, unter Bildung von rechtsdrehender Para-Milchsäure und Kohlensäure (kein Wasserstoff), Spuren flüchtiger Fettsäure und Alkohol. — Diese Milchzersetzung bedingt Käsefehler (Blähkäse). Virulenz und Gärthätigkeit dieser Organismen sind sehr schwankend. Vergl. Adametz Milchzeitung 1893.

Nahe verwandt scheint **Microc. acidi paralactici** Nencki (C. B. VII. 130) u. **Str. acidi lactici** Grotenfeldt (Fortschritt Med. VII. p. 124), der kein Gas bildet und vorwiegend anaërob gedeiht. Ebenso wohl auch **Microc. Sornthalii** Adametz (C. B. Abteil. 2 Bd. I p. 465), ein unter intensiver Gasbildung (CO_2 und H) Milch vergärender, Käse blähender Mikroorganismus, der in seinem kulturellen Verhalten auf Gelatineplatten etwas an Streptococcus pyogenes erinnert. In Stichkulturen etwas üppigeres Wachstum. Mikroskopisch ist es ein runder bis ovaler Coccus, der teils einzeln liegt, teils kurze Ketten bildet.

Sehr ähnlich sind auch die aus Käse gezüchteten, in ihrem Verhalten gegen Zucker, Milch, Kartoffeln und Tiere nicht geprüften Species von Henrici (A. K. Bd. I Hft. 1) Strept. **tyrogenus, albidus, magnus, granulatus, pallens, pallidus**[1]) Henrici, die nur durch kaum hervorstechende und in Beziehung auf Konstanz erst weiter zu prüfende Merkmale (grössere oder geringere Granulierung der Plattenkulturen, Art der Bouillontrübung, etwas verschiedene Anpassung an aërobes und anaërobes Leben) sich unterscheiden. Stärker verschieden erscheint der als strohgelb glänzende Auflagerung wachsende **Strept. stramineus** Henrici.

Streptococcus lanceolatus[1]) Gamaleïa (A. P. 1888 p. 440).

(Tab. 5.)

Synonyme: Diplococcus pneumoniae A. Fränkel u. Weichselbaum, Dipl. der Sputumsepticaemie A. Fränkel, Meningococcus Foà, Pneumococcus Foà, Diplococcus lanceolatus sive lanceolatus capsulatus Foà u. Bordoni-Uffreduzzi, Bact. pneumoniae Migula, Micrococcus pyogenes tenuis Rosenbach (Identität

[1]) Da der Name Streptococcus pneumoniae von Weichselbaum einem Strept. pyogenes aus Pneumoniekranken beigelegt ist, so würde es zu Verwirrung führen nach den Regeln der strengen bot. Nomenklatur den Dipl. pneumoniae einfach in Streptococcus pneumoniae umzutaufen. Der Name Streptoc. lanceolatus ist dagegen charakteristisch und eindeutig.

von H. Neumann u. Hägler wahrscheinlich gemacht (C. B. VII. 177).

Trivialnamen: Kapselcoccus der Pneumonie, Pneumococcus, Fränkel's Pneumoniecoccus.

Mikroskopisches Aussehen: Meist zu zweien oder zu kurzen 4-6gliedrigen Ketten angeordnete rundliche oder — was besonders charakteristisch ist — lanzettförmige Kokken. [5. X.] Aus dem Tierkörper stammend, auf sterilisiertem Sputum u. Trachealschleim kultiviert, oder in flüssigem Kaninchenserum gezüchtet zeigt er meist eine deutliche färbbare Kapsel. (pag. 17, Fig. 5.) [5. IX.]

Nach Kruse u. Pansini kommen alle Uebergänge zum St. pyogenes vor, was Form des Individuums u. Gestalt der Kette anlangt.

Sauerstoffbedürfnis: Fakultativ anaërob.

Wachstumsintensität: Wächst ziemlich schnell aber nicht üppig bei 37°. In gewöhnlicher Temperatur (22°) sehr langsam, öfters gar nicht.

Gelatineplatte:

a) Natürl. Grösse. Aufliegende: Rundliche, unscheinbare diffus graue durchscheinende Kolonien, welche nach 4 Tagen einen Durchmesser von 1—2 mm erreicht haben. Tiefliegende: Sehr klein rundlich, weisslich grau. [5. V.]

b) 70fache Vergrösserung: Aufliegende: Runde oder rundliche Kolonien mit fast glattem Rand, ungefärbt, von zarter Granulierung. Oft so zart, dass trotz engster Blende die Peripherie von der Umgebung kaum zu unterscheiden ist. [5. VIII. e.] Tiefliegende: Rund, glattrandig, ein wenig stärker granuliert. [5. VIII. i.]

Gelatinestich: Stich anfänglich fadenförmig, später perlschnurartig, Stichwachstum schwach. Oberflächenwachstum: Minimal, fast null. [5 I.]

Agarplatte:

a) Natürliche Grösse: Wie Gelatineplatte [5 V.].

b) 50fache Vergrösserung: Aufliegende:

Rundlich, fast glattrandig, zuweilen etwas ausgefranst, zart punktiert, ein wenig derber wie die Gelatinekultur, farblos, ganz durchscheinend. [5. VI.] Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig, fast glattrandig, undurchsichtig, grau bis grauschwarz, gröber punktiert als die oberflächlichen. [5 VII.]

Agarstich: Stich: Fadenförmig weisslich grau [5 III]. Oberfläche: Sehr zarte durchscheinende Auflagerung, glattrandig, mattglänzend. [5 IV.]

Agarstrich: Aeusserst zarte, durchscheinende Auflage, grau weisslich, matt glänzend, oft von dem Agar nicht scharf abgegrenzt. Condenswasser klar, mit sehr wenig weisslichem Bodensatz. [5. II.]

Serumkultur: Schleimiger, fast durchsichtiger Belag.

Bouillonkultur: Kurze grade Ketten, Bodensatz locker, nicht zusammenhängend. (Kurth.)

Milchkultur: Milch koaguliert. Diese Eigenschaft fehlt nach Kruse u. Pansini ziemlich selten. In der Milch werden geringe Säuremengen gebildet.

Kartoffelkultur: Kein Wachstum.

Lebensfähigkeit in Kulturen: Sehr kurze Lebensdauer (oft nur wenige Tage), noch raschere Virulenzabnahme. In Bouillon üppigstes Wachstum aber schlechteste Haltbarkeit. Vergl pag. 130.

Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknen: In Blut angetrocknet bis 45 Tage, in Sputum angetrocknet bis 55 Tage bei diffusem Licht, in direktem Sonnenlicht antrocknend 9—12^{h}. (Bordoni-Uffreduzzi C. B. X. 304.)

Chemische Leistungen: Fawitzky isolierte 3 mal Rassen, die ein ziegelrotes Pigment (am besten in Bouillon) zu bilden vermochten. Vergl. Strept. pyogenes. Weitere chemische Leistungen sind von dem kümmerlich wachsenden Organismus nicht bekannt

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Nicht gefunden.

b) Im gesunden Organismus: Im Speichel häufig.

c) Im kranken Menschen: Eine der wichtigsten pathogenen Arten. Bei den verschiedensten Entzündungsprozessen, besonders solchen, die Schleimhäute oder seröse Häute betreffen, nicht selten auch Eiterung erregend. Besonders häufig als Erreger von: Pneumonia crouposa und katarrhalis, Pleuritis, Pericarditis, Endocarditis, Peritonitis, Otitis, Meningitis, Ulcus serpens corneae. Seltener von Nephritis u. Perinephritis, Metritis, Pyosalpinx, Strumitis, Parotitis, Amygdalitis, Arthritis, Osteomyelitis, Periostitis und Abscessen. — In vielen dieser Erkrankungsfälle findet man den Organismus auch im Blute nicht nur lokal. Sehr häufig begleiten und unterstützen den (immerhin etwas schwieriger zu züchtenden) Strept. lanceolatus andere Entzündungserreger: Staphylokokken etc., die bei Verwendung von Gelatineplatten oft allein zur Beobachtung kommen. — Der Strept. lanc. geht in Milch und Harn der Kranken häufig über.

Ueber die Beteiligung des Strept. lanceol. an der Meningitis cerebro-spinalis vergleiche sub Strept. intracellularis pag. 132.

Experimentelle Erfahrungen über Pathogenese:[1]

a) am Tier: Von Tieren sind namentlich Kaninchen und Maus empfänglich, weniger die Ratte, fast gar nicht das Meerschweinchen, Hammel, Hund und Vögel. Auch die filtrierten und gekochten Kulturen wirken heftig Fieber und Entzündung erregend.

Die Maus erliegt nach subkutaner Infektion in 12 bis 24 h. einer Septicaemie; Milz vergrössert, Augen verklebt.

---

[1]) Die Virulenz ist sehr schwankend und nimmt in den gewöhnlichen Kulturen äusserst rasch ab. Zur Erhaltung der Virulenz des Strept. lanceolatus während c. 2 Monaten empfiehlt z. B. Bordoni-Uffreduzzi Eintrocknen des Blutes von Kaninchen, die der Infektion erlegen waren, an Glas. Foà: Solches Blut wird 24h. im Brutschrank, dann kühl aufbewahrt.

Im Blute massenhaft Diplokokken. Bei Kaninchen macht subkutane, noch rascher intravenöse Impfung stark virulenter Kulturen ebenfalls Septicaemie mit Fieber und Milztumor; der Tod tritt nach 48, 24, 12 ja 5 h. ein. Abgeschwächte Kulturen machen je nach der Injektionsstelle Pneumonie und Pleuritis, Peritonitis etc. Durch Inhalation ist an Mäusen Pneumonie zu erzeugen.

b) am Menschen: Subkutane Injektion von 0,1—0,2 cbcm virulenter Kultur an 7 Menschen war von unbedeutender Wirkung. Ausser Lokalsymptomen etwas Fieber und Kopfschmerz.

Nach ermutigenden Versuchen an Tieren (Emmerich und Fawitzky, Foà, Klemperer) hat man auch am Menschen Heilimpfungen mit Stoffwechselprodukten u. Serum immunisierter Tiere gemacht, bisher ohne unbestreitbaren praktischen Erfolg.

Formen und Unterarten des St. lanceolatus.

Wir müssen offen bekennen, dass uns eine scharfe Abgrenzung des St. pyogenes gegen den St. lanceolatus unmöglich scheint, wenn auch die typische Form des St. lanceolatus sich durch Kapseln, lanzettförmige Einzelglieder, Neigung zur Bildung von nur ganz kurzen Ketten unterscheidet.

Viele Autoren, die den St. lanceolatus speciell studiert haben, haben versucht, gewisse Formen aufzustellen — fast jede dieser Aufstellungen kommt aber zu etwas anders definierten Varietäten — die kaum wieder zu finden sind.

Von der Gruppe der „Schleimhautstreptokokken" beschreiben Kruse, Pansini und Pasquale 5 nahe stehende nicht benannte Arten, denen Pansini später (B. IX. 566) noch 3 zufügt. Alle wachsen nicht auf Gelatine bei 20°, trüben Bouillon diffus, eine scharfe allseitige Charakterisirung dieser Formen fehlt. Aehnlich verhält es sich mit Banti's 4 Varietäten (C. B. IX. 273) und Foà's Meningococcus und Pneumococcus. Er unterscheidet:

1. **„Meningococcus"**, fibrinogene Form: Keine lokale Reaktion bei subkutaner Injektion. Septicaemie. Harter Milztumor durch Fibrinbildung in den Milzvenen. Im Blut Kokken reichlich. Tod meist nach 3 Tagen.
2. **„Pneumococcus"**, oedematogene Form: Entzündungs-

oedem an der subkutanen Einspritzungsstelle, Oedem des Mediastinum. Weicher Milztumor. Tod nach 24h. Kokken spärlich im Blut.

Neben solchen Formen hat Welch Varietäten gefunden, die lokales Oedem und daneben harten „fibrinösen" Milztumor machen. Welch fand auch Aenderung der Varietät bei Ueberimpfung von einem Tier aufs andere.

Specielle Kulturmethoden: Am leichtesten gewinnt man den St. lanceolatus durch Uebertragung von frischem rostfarbenem Sputum bei croupöser Pneumonie auf eine Maus und Anlage von Agarplatten oder Glycerinagarplatten aus dem Herzblut des gestorbenen Tieres.

Streptococcus intracellularis. (Weichselbaum.) Lehm. et Neum. — Tab. 3 VII. VIII.

Syn. Diplococcus intracellularis meningitidis. Weichselbaum.

Litteratur: Jäger (Z. H. XIX p. 368), Weichselbaum (Fortschr. d. Medic. 1887 Nr. 18), Goldschmidt (C. B. I. 649).

Während eine Reihe von Autoren, z. B. Bordoni-Uffreduzzi und Foà, Paniénski (C. B. XVIII. 641) den Strept. lanceolatus, andere, z. B. Bonome, einen dem Strept. pyogenes nahestehenden Strept. meningitidis Bonome als Erreger des **Cerebrospinalmeningitis** auffassen, haben einige Autoren einen dem Strept. lanc. zwar sehr nahestehenden, aber angeblich deutlich unterscheidbaren Organismus beschrieben, namentlich eingehend neuerdings Jäger.

In Kulturen unterscheidet er sich morphologisch nicht vom Strept. lanceolatus, die Kulturen sind aber länger (17—43 Tage) lebendig und abimpfbar.

Als differentialdiagnostisch wertvoll wird angegeben: Die bald als Diplokokken, bald als kurze Ketten auftretenden Organismen liegen — mit einer Kapsel ausgerüstet — vielfach im Innern der Eiterkörperchen, namentlich auch im Innern der Zellkerne. Nach den schönen neuen Untersuchungen von v. Hibler thun dies aber die verschiedensten pathogenen Kokken und Bacillen, es hat also diese Eigenschaft nichts Charakteristisches. (C. B. XIX. 33.) In Ausstrichpräparaten aus Eiter und Kulturen sind sie nach Gram färbbar, in Schnitten nicht. (Angeblicher Gegensatz zu Strept. pyogenes und lanceolatus). — Für die Kettenform des Organismus soll charakteristich sein, dass die einzelnen Diplokokken so aneinander gereiht sind, dass die Trennungslinien der Diplokokken in der Richtung des

---

[1]) Charakteristisch soll sein: Agarkulturen gehen nach der 5—6. Uebertragung ein, auf Rinderserum wächst der Pilz überhaupt nicht.

Fadens verlaufen. [3. VIII] ist eine schematische Kopie nach Jäger's Photogrammen. Ohne Gelegenheit zu eigenen Untersuchungen fällt es schwer, ein Urteil über die thatsächliche Verschiedenheit dieses Organismus vom Strept. lanceolatus zu gewinnen.

Der Organismus findet sich nur im Meningealeiter, Nasenschleim, Sputum, Harn von Menschen, die an epidemischer Cerebrospinalmeningitis erkrankt sind. — Neben dem St. intracellularis fanden sich als Mischinfektion St. pyogenes, Strept. lanceolatus.

Streptococcus involutus. Kurth.

Synonyme: Streptocyten, (Schottelius), Streptokokken bei Maul- und Klauenseuche.

Litteratur bei *Kurth* (A. G. A. Bd. VIII. 1893. 439—465).

Auf Gelatine etc. nicht von St. pyogenes unterschieden; dagegen fallen in Bouillon, die von einzelnen Rassen diffus getrübt, von andern nur mit einem Sediment versehen wird, häufig Zellen von auffallend langgestreckter blasig spindeliger Form auf. Keine Eigenbewegung.

Zwei besonders auffällige Merkmale treten in Serum oder Serummischungen hervor:

In flüssigem Serum oder Serumbouillon entwickelt sich im oberen Teil des Gläschens eine hellgelbe rahmartige Schicht, die bei der mikroskop. Untersuchung zunächst an alles andere eher als an Mikroorganismen erinnert, bei genauer Prüfung aber folgendes ergiebt: Die scholligen, wachsartig glänzenden Massen bestehen aus dichten Zooglöen der Streptokokken, die von sehr umfangreichen mächtig angeschwollenen der Färbung mit Anilinfarben unzugänglichen Hüllen umkleidet sind. Am besten ist Kalbserum. doch geht auch auf Hammelserum die Hüllenbildung.

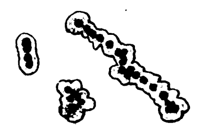


Fig. 13. Strept. involutus nach Photogramm von Kurth halbschematisch.

Auf Platten aus 10 cbcm 40° warmen Agars und 2 cbcm 40° warmen Serums[1]) bildet sich um jede der kleinen Reinkulturen ein Hof von stark lichtbrechenden Körnern, die zweifellos aus derselben Masse zusammengesetzt sind, welche auch die Hülle der einzelnen Zellen darstellt. Wie diese Kugeln entstehen, und woraus sie bestehen, blieb Kurth ganz fraglich.

[1]) Das Serum darf aber nicht mit Chloroform, sondern nur ev durch Wärme sterilisiert sein.

In Kälberserum (nicht Hammel) zeigen Micr. pyogenes α. aureus und β. albus und gewisse Formen von Mic. tetragenus aber keine anderen Streptokokken, ähnliche Eigenschaften. Zur **Schnelldiagnose** des Strept. involutus Kurth wird man also flüssiges Hammelserum nehmen.

Der Organismus findet sich nach Kurth nicht im Blut, dagegen — wenigstens beim Rinde — konstant im Speichel und den wasserhellen charakteristischen Euterblasen der an Maul- und Klauenseuche erkrankten Tiere.

Die Maul- und Klauenseuche liess sich bisher durch den Strept. involutus nicht hervorbringen, bloss etwas wenig charakteristisches Unwohlsein. Bisher sprechen mehr Momente gegen als für die ursächliche Natur dieses Organismus bei der Maul- und Klauenseucheerkrankung.

Wohl identisch mit dem hier beschriebenen Streptococcus sind die von Schottelius schon früher beschriebenen „Streptocyten", denen der Autor aber lebhafte Eigenbewegung zuschreibt und mit denen er auch nur unbestimmte Krankheitssymptome zu erzeugen vermochte. (C. B. XI. 75). Im übrigen schuldigt Siegel (C. B. XII. 566) einen eiförmigen Bacillus, Behla (C. B. XIII. 50) und Piora und Fiorentini (C. B. XVII. 452) Protozoen als Ursache der Maul- und Klauenseuche an. Non liquet.

Streptococcus mesenterioides. (Cienkowski.) Migula.

Synonym: Leuconostoc mensenterioides Cienkowski.

Trivialname: Froschlaichpilz der Zuckerfabriken.

Litteratur: Zopf u. Liesenberg, Beiträge zur Physiol. u. Morph. niederer Organ. Heft I, Leipzig 1892. — C. B. XII. 659.

Der Organismus wächst auf trauben- und rohrzuckerfreien Nährböden mikroskopisch und makroskopisch wie Strept. pyogenes;[1]) auf trauben- und rohrzuckerhaltigen Gelatinestichen wächst er dagegen als üppige Auflage aus dicken weisslichen Gallertklumpen, die „am Scheitel stark glasartig glänzen", im Stich als üppige stalaktitenartige Masse. Die Kolonien sind erst knorpelig hart, werden dann feucht, schliesslich breiartig. Auf Traubenzuckerplatten sind die aufliegenden Kolonien warzig üppig und breiten sich zu einer faltigen Haut aus, die tiefliegenden sind anfangs glatte, später sagoartige warzige Ballen.

---

[1]) Diese Form nennen Liesenberg u. Zopf Str. mesenterioides var. nuda.

Mikroskopisch zeigt die Form auf Zucker derbe dicke Gallerthüllen (aus Dextran vergl. p. 24).

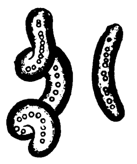


Fig. 14. Strept. mesenterioides nach Zopf.

Die Gallerthülle schützt 15 Minuten gegen 75°. Alle gewöhnlich verwendeten Zuckerarten werden unter Gas und Säurebildung vergoren, Milch koaguliert. Der Pilz erzeugt in den Zuckerfabriken die höchst lästige Froschlaichzersetzung der Zuckerlösungen.

2. Sarcina. Goodsir.

Die Zellen teilen sich wenigstens auf geeigneten Nährböden (Heudekokt, Bouillon) regelmässig aufeinanderfolgend nach 3 Richtungen des Raumes und bleiben in grösseren oder kleineren kubischen Familien[1]) vereinigt.

Die Abgrenzung dieses Genus ist keine scharfe, obwohl grade Sarcina von manchen Autoren für eine besonders natürliche Gattung gehalten wird. Viele Arten bringen nur auf bestimmten Nährböden wirkliche kubische Anordnung der Individuen hervor, es scheint ausserdem diese Fähigkeit erlangt und verloren werden zu können. Vergl. Sarc. rosea. Bei Arten mit unvollkommener Packetbildung werden sich immer Zweifel aufdrängen, ob sie zu Sarcina gehören oder als Pediococcus (p. 102) resp. Micrococcus zu bezeichnen sind. Nach unserer Ueberzeugung ist Sarcina durch lückenlose Uebergänge mit Micrococcus verbunden und nur durch einige Willkür abzugrenzen.

---

[1]) Wir nennen 8 kubisch angeordnete Kokken ein Packet, kubische Verbände von Packeten nennen wir Packetballen, unregelmässige Verbände Packethaufen.

Der Bestimmungstabelle und den Diagnosen schicken wir voraus: Alle von uns untersuchten Sarcinen wachsen — allerdings z. T. recht unvollkommen — auch anaërob und bilden dabei deutlich bis kräftig Schwefelwasserstoff. Aërob wird H_2S auf 2% Peptonbouillon nicht von allen gebildet, sondern in merklichen Mengen nur von denen, wo wir es ausdrücklich angeben. Eine minimale Indolbildung kommt allen zu. In Traubenzuckerbouillon bilden sie mit geringen Ausnahmen in 6 Tagen nur wenig Säure (Milchsäure), etwa 0,8 cbcm Normalsäure pro 100 Bouillon.

Es ist unzweifelhaft, dass Sarcinen im Bier schädliche Säuerung hervorbringen können (Lindner: die Sarcineorganismen der Gärungsgewerbe Berlin 1887); die von ihm beschriebenen Pediococcus cerevisiae Lind. u. acidi lactici Lindner haben wir nicht untersucht und müssen auf das Original verweisen.

Alle Sarcinen färben sich gut nach Gram, hübsche Bilder liefert auch Färben mit Fuchsinlösung und Differenzierung mit Essigsäure. Wichtig ist aber immer auch die Betrachtung des frischen Präparates im hängenden Tropfen. — Man hüte sich, Tetraden (resp. 8zellige Würfel) mit Einzelzellen zu verwechseln, was namentlich bei derber Färbung ziemlich leicht vorkommt.

Angaben über Zellgrösse haben wir bei den Sarcinen nicht gemacht, weil wir hier besonders unregelmässige Resultate fanden. Es macht den Eindruck, als ob Zellen gewaltig wüchsen und dann rasch hintereinander in 8 Teile zerfielen.

Endosporen konnten wir weder in jungen noch in alten Kulturen gefärbt oder ungefärbt finden, auch die Sarc. pulmonum Hauser bildet bei uns keine Sporen mehr.

Eine Eigenbewegung konnten wir bei keiner Sarcine beobachten, dagegen allerdings öfters auffallend starke Molekularbewegung. Die von Král bezogene Sarc. mobilis Maurea war stets unbeweglich und geisselfrei.

Die Kultur auf flüssigen Nährböden (Heudekokt und Bouillon) bringt bei vielen Arten, die sonst schwer oder gar nicht Packete und Packetballen bilden, solche zur Entwickelung. Wo auf diesen Nährböden keine Packete

gebildet werden, wird man sie auf festen Nährböden vergeblich suchen. — Das makroskopische Aussehen der Bouillonkulturen eignet sich wenig zur Speciesdefinierung, da es sich zeigt, dass die meisten Arten schliesslich einen mehr oder weniger zähen oder bröckeligen Bodensatz in der klaren Bouillon bilden, und dass bei der gleichen Art die Entstehung dieses Bodensatzes wechselt. Bald scheidet er sich nämlich am Boden oder an Wandungen und Boden ab, ohne dass die Bouillon sich trübt, bald geht der Satzbildung eine längere oder kürzere diffuse Trübung der Bouillon voraus. — Die Bouillon nimmt bei manchen Arten (S. alba), aber auch nicht immer, eigentümliche gummiartige zähflüssige Beschaffenheit an.

Die folgende Darstellung stellt, soweit es sich nicht um die Hauptarten handelt, eine kritische Bearbeitung von Beobachtungen dar, die Herr Dr. Stubenrath seit $1^1/_4$ Jahr im hiesigen Institut unter unserer Leitung anstellte.

Näher auf die von Henrici[1]) und Gruber[2]) z. T. sehr unkritisch beschriebenen Arten einzugehen, erlaubte der Raum nicht. Es soll dies aber in der Arbeit von Dr. Stubenrath geschehen; nachuntersucht sind alle überhaupt zu erhaltenden Arten. Möglicherweise wird nach Abschluss dieser Arbeit der eine oder andere unserer Namen durch einen von Henrici oder Gruber ersetzt werden können.

Schlüssel zur Bestimmung der Sarcinen.

I. Ohne Farbstoffbildung auf Agar und Gelatine.

a) Kartoffelkultur zart, alsbald braungelb.
Gelatine und Agarkultur zart, fein gekerbt und gefältelt. **S. pulmonum.** Virchow

b) Kartoffelkultur bleibt stets weiss — grauweiss.

α) Gelatineplatte bei $\frac{60}{1}$ sehr feinkörnig, Verflüssigung gering. Keine grossen regelmässigen Packetballen bildend. **S. alba.** Zimmermann

β) Gelatineplatte bei $\frac{60}{1}$ mittel grobkörnig. Verflüssigung rascher. Schöne regelmässige Packetballen bildend. **S. canescens.** Stub.

---

[1]) Henrici: Beitrag zur Bakterienflora des Käses. A. K. Bd. I. 1.

[2]) Gruber: Die Arten der Gattung Sarcina. A. K. Bd. I. p. 241.

II. Auf Agar und Gelatine graugelb, grünlichgelb bis chromgelb.

a) Gelatinplatte bei $\frac{60}{1}$ sehr feinkörnig. Kartoffelkultur chromgelb glänzend. Keine grossen regelmässigen Packetballen bildend. **S. flava.** De Bary emend. Lehm. et Stub.

b) Gelatineplatte bei $\frac{60}{1}$ mittelgrobkörnig. Schöne regelmässige Paketballen bildend. Diese Gruppe enthält Uebergänge von flava zu lutea, und von den gelben zu den weissen Formen.

α) Kartoffelkultur. Anfangs dunkelgrau, erst später gelbbraun. **S. livido-lutesens.** Stub.

β) Kartoffelkultur von Anfang an graugelb, sonst sehr ähnlich. **S. equi.** Stub.

γ) Wie S. equi, aber (vergl. pag. 136) beweglich durch lange Geisseln, zuweilen etwas Fluorescenz. **S. mobilis.** Maurea.

c) Gelatineplatte bei $\frac{60}{1}$ grobkörnig. Bildung besonders schöner grosser regelmässiger Packetballen. Kartoffelkultur von Anfang an üppig citronengelb. **S. lutea.** Flügge emend. Lehm. et Stub.

III. Auf Agar und Gelatine orangegelb. **S. aurantiaca.** Flügge.

IV. Auf Agar und Gelatine bräunlich bis braungelb.

a) Agarstrich saftig breit rehbraun. **S. cervina.** Stubenrath.

b) Agarstrich dünn fein gekerbt und gefältelt gelbbraun durchscheinend. **S. fusca.** Gruber.

V. Auf Agar und Gelatine rosa-hochrot.

a) Gelatine und Agarstrich rosa, Sarcinenformen nur auf Heudekokt beobachtet. **S. rosea.** Schröter em. Zimm.

b) Gelatine und Agar hochrot, Sarcinenformen von uns nur einmal auf Heudekokt beobachtet. **S. erythromyxa.** Král.

Dass es stets möglich sein wird, die im Schlüssel aufgeführten „Arten“ zu unterscheiden, möchten wir nicht sicher behaupten, da wir trotz 1¼jähriger Beobachtung sehr zahlreicher Formen über den Umfang der Variabilität und die etwa vorkommenden Zwischenformen noch kein abschliessendes Urteil haben.

Sieht man von der Farbstoffbildung ab, für deren Variabilität wir wenigstens ein schlagendes Beispiel an-

führen können, (vergl. S. variabilis), so scheint folgendes die natürliche Verwandtschaft:

1) Sarcina fusca, davon ist forma alba S. pulmonum.
2) Sarcina flava, „ „ „ „ S. alba.
3) Sarcina equi „ „ „ „ S. canescens.

Zwischen equi und canescens stellt eine Verbindung S. livido-lutescens und S. variabilis her.

Die Arten Sarcina flava, equi, lutea bilden eine Reihe, in der fortwährend die Grobkörnigkeit der Kultur und die Grösse der Packetballen wächst, ganz parallel damit geht die Reihe Sarcina alba, canescens, deren drittes Glied, der S. lutea entsprechend, wir noch nicht kennen.[1]

Sarcina pulmonum. Virchow, Hauser.
Tab. 8. VI—IX.

Litteratur: Bei Hauser, Deut. Arch. klin. Med. XLII.

Mikroskopisches Aussehen: Auf den verschiedenen Nährböden werden nur kleinere und nicht besonders regelmässige Packetballen gebildet.

Wachstum: Sehr langsam selbst bei Bruttemperatur.

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Äusserst kleine rundliche, gelblich-weissgraue, punktförmige Kolonien.

b) 50fache Vergrösserung. Aufliegende: Anfangs rundlich, glattrandig, grau, fast undurchsichtig, von den Tiefliegenden nicht verschieden. Nach 2—3 Wochen lösen sich die Randpartien infolge des Einsinkens der Kolonie, und dann erscheint die Kolonie zerrissen, besonders am Rande durchscheinend, grobkrümelig. Packete sind nicht zu unterscheiden. Farbe grau. Tiefliegende: Rundlich, grau, undurchsichtig, ohne Zeichnung im Innern. (8. VIII.)

---

[1]) Eine **Sarcina ventriculi Goodsir** haben wir nicht beschrieben — weil die von Falkenhain Arch. exp. Path. XIX gegebene Beschreibung. die Gruber kopiert, nicht scharf auf eine unserer Formen passt und, wie Oppler (Münch. med. Wochenschr. 1894, N. 29) zuerst zeigte, der Magen eine ganze Reihe von Sarcinen enthält. Näheres darüber wird die Arbeit von Dr. Stubenrath bringen.

Gelatinestich: Anfänglich fadenförmig, erst nach sehr langer Zeit krümelig, grau bis gelblichgrau.
Oberfläche: Nach 20 Tagen 2—3 mm breit, grau durchscheinend, rundlich, gezackt, matt glänzend. Später fängt sie an, einzusinken. [8. VI.]

Agarplatte:
a) Natürliche Grösse: Wie Gelatineplatte, nur etwas weisslicher.
b) 50fache Vergrösserung. Aufliegende: Rund, hell bis dunkelgrau, Randperipherie heller durchscheinend. Tetraden als winzige Krümel zu sehen. Tiefliegende: Rundlich, dunkel, feinkörnig.

Agarstich: Stich: Fadenförmig, später gekörnt. Auflage: Grauweisslich,. glänzend, ein wenig erhaben, nach 3 Wochen 4—5 mm Durchmesser.

Agarstrich: Auf den Strich beschränkt. Ziemlich kümmerlich. Grauweisslich, durchscheinend, wellig gebuchtet, gewöhnlich nur aus einzelnen Krümeln bestehend. Condenswasser klar. Geringer Bodensatz. [8. VII.]

Bouillonkultur: Klar, Bodensatz gering, bröckelig.

Milchkultur: Milch sehr langsam aufgehellt, ohne vorherige Koagulation.

Kartoffelkultur: Sehr schlechtes Wachstum. Nach 3—4 Wochen 3—4 mm breiter Belag, grau bis bräunlich, glänzend, von der Kartoffel nicht scharf abgegrenzt. [8. IX.]

Sporen: Runde Sporen zuerst von Hauser beobachtet, auch im hiesigen Institut vor Jahren an frischen Kulturen Hauser's konstatiert; seit 2 Jahren bildet unsere S. pulmonum keine Sporen mehr.

Vorkommen: Bisher nur in den Luftwegen des Menschen z. B. bei Phthisikern, wie es scheint als harmloser Ansiedler; für Tiere nach Hauser nicht pathogen.

Nahe verwandt erscheint:

Sarcina fusca. Gruber.

Im mikroskopischen Befund auf allen Nährböden in Ausbreitung und Konsistenz, Verflüssigung etc. fast genau wie vorige, aber blass bräunlichgelb—rötlichbraun durchscheinend auf Agar und Gelatine, auf der Kartoffel dagegen kaum von Sarcina pulmonum zu unterscheiden. — Die Bouillon wird trübe mit zähem, bröckeligem Bodensatz. Bildet aërob etwas H_2S, ziemlich reichlich Säure auf Traubenzuckerbouillon und Milch. Bildet auf allen Nährböden Packethaufen und Ballen, aber von bescheidener Grösse.

Mehrfach aus Mageninhalt und einmal aus Smegma präputii in Würzburg gezüchtet, eine sehr auffallende, langsamwüchsige Art.

Sarcina lutea.[1]) Flügge em. Lehmann et Stubenrath.

Mikroskopisches Aussehen. Auf allen Nährböden schöne typische Packetballen.

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Rundliche punktförmige Kolonien, schwefelgelb, nach 10—12 Tagen einsinkend. [9. V.]

b) 50fache Vergrösserung: Aufliegende: Rundliche, glattrandige oder fast glattrandige Kolonien; hellgelblich mit zuerst sehr feinkörniger, später (8—10[d]) gröberer Struktur. Nach sehr langem Stehen weichen die Randpartien etwas auseinander und man erkennt mit stärkerer Vergrösserung einzelne Tetraden. [9. VI.] Tiefliegende: Rundlich, dunkelgelb, glattrandig, feinkörnig.

Gelatinestich: Stich: Fadenförmig, schwach gekörnt. Oberfläche: Unregelmässig rundlich, saftig glänzend, ziemlich erhaben, schwefel-, citronen- bis hochgelb. Nach 10—12 Tagen sinkt die Auflage ein. Verflüssigung schreitet anfangs trichterförmig, später cylindrisch fort, wir haben auch fast gar nicht verflüssigende Formen kultiviert. [9. I.]

---

[1]) Die Tafel 8 Fig. I—V, den Microc. luteus Cohn darstellend, dient gleichzeitig absolut für Sarc. lutea, abgesehen von Fig. III, wo die Packetballen fehlen. Ebenso passt Tafel 9, abgesehen von der feinkörnigen Struktur der Gelatineplattenkultur. [9. VIII.] Eine etwas heller gelbe Form [11. IV]

Agarplatte:
a) Natürliche Grösse: Aufliegende: Rund oder rundlich glattrandig, ziemlich erhaben, schwefelgelb, saftig glänzend. Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig. [9. VII.]
b) 50fache Vergrösserung: Aufliegende: Rundliche, fast glattrandige Kolonien, Peripherie zart punktiert, Randpartie durchscheinend, hellgelblich, nach der Mitte zu dunkler, fein bis grob granuliert. [9. VIII.] Tiefliegende: Wie auf Gelatine, Granulierung gröber.

Agarstich: Stich: Fadenförmig, fein bis grob gekörnt, zuweilen nach längerem Stehen strahlige Aestchenbildung, gelb. Auflage: Rundlich, wellig glattrandig, ziemlich erhaben, saftig, von butterartiger Konsistenz. Schwefel- bis chromgelb. [9. III.]

Agarstrich: Aehnlich. Kondenswasser klar, weisslichgelber Bodensatz. [9. II.]

Bouillonkultur: Klar, mässiger Bodensatz.

Milch: Koaguliert nach 48 Stunden.

Kartoffelkultur: Wellige Auflage, oft bedeutend erhaben, glänzend, besonders im Alter buckelig bis höckerig, jung saftig glänzend, später matt, schwefelgelb, chromgelb, selten mehr graugelb, auf den Strich beschränkt, nur bei sehr langem Stehen etwas mehr ausgebreitet. [9. IX.]

Chemische Leistungen: Bildet auf Peptonbouillon etwas H_2S und eine Spur Indol. Der gelbe Farbstoff ist ein Lipochrom. In Traubenzuckerbouillon wird etwas Säure gebildet.

Vorkommen: Sehr gemeine Art in der Umgebung des Menschen, besonders in der Luft. In Würzburg enthält sie jede Luftplatte.

Bemerkungen:

Die von Dr. Stubenrath isolierten zahlreichen hierher zu beziehenden Formen gruppieren wir unter folgende Varietäten:

α. **typica** Lehm. et Stub. Die G. K. lässt auf der Platte einen stark zerklüfteten Rand erkennen, ohne dass selbst

bei vorschreitender Gelatine-Verflüssiguug die runde Form wesentlich litte.

β. **compacta.** Lehm. et Stub. G. K. auf der Platte sehr üppig rundlich und so kompakt, dass eine Randzeichnung nicht deutlich zu sehen ist. Da diese Form auch fast keine Gel.-Verflüssigung bedingt, so liegt die Kolonie auch auf der Platte als derbe Haut in der kaum eingesunkenen Gelatine.

γ. **diffluens.** Lehm. et Stub. Diese Form zeigt auf allen Nährböden eine sehr starke Breitenausdehnung. Auf der Gel.-Platte, die ziemlich rasch verflüssigt wird, breitet sich die Kol. als stark zerklüftete, leicht zerfallende Masse aus.

Sarcina equi. Stubenrath.

In jeder Beziehung ähnlich der Sarc. lutea, aber unterschieden:

1. Durch mittelkörnige nicht grobkörnige Gelatineplatte.
2. Weniger elegant ausgebildete Packetballen.
3. Mehr graugelbe Farbe auf allen Nährböden, geringe Verflüssigung.

Mehrfach im Harne verschiedener Pferde in Würzburg von Dr. Stubenrath gefunden. In der Kultur während eines Jahres konstant geblieben, die Anfangs starke Verflüssigung nimmt stark ab. Hierher als Unterarten oder Varietäten die 3 folgenden:

Sarcina livido-lutescens. Stubenrath.

Wie Sarc. equi, aber die jungen Kartoffelkulturen bis zum zehnten Tag und länger sind grau bis rötlich grau, nach 20 Tagen hat sich erst die Mitte, erst nach Monaten die ganze Kultur braungelb gefärbt. Die Konstanz dieses Merkmals ist ein Jahr lang beobachtet. In einem Fall von Enteritis von Dr. Stubenrath in Menge aus dem Stuhl gezüchtet.

Sarcina canescens. Stubenrath

Von equi nur durch die konstant graue Farbe auf allen Nährböden unterschieden. Tab. 11. VIII.

Sarcina variabilis. Stubenrath.

Sehr interessant erscheint uns diese aus Mageninhalt isolierte Form. Dieselbe ist von dem Typus der Sarc. equi nur durch etwas stärkere Verflüssigung der Gel. und durch die Eigenschaft unterschieden auf den verschiedenen Nährböden bald gelbgraue, bald rein graue Kulturen zu liefern; auf Platten erhält man oft graue und gelbliche Kolonien nebeneinander, aber — gleichgiltig ob man von grauen oder gelblichen Kolonien absticht — doch wieder gelbe und graue weitere Plattenkolonien.

Sarcina flava de Bary emend. Lehmann u. Stub.

Tab. 9.

Habituell auf allen Nährböden, der Sarc. lutea sehr ähnlich, gelb-grüngelb. Der Hauptunterschied liegt in den bei $\frac{60}{1}$ nur sehr fein granulierten Gelat. Pl. K., dieser feinen Granulierung entsprechen bei $\frac{1000}{1}$ auch nur sehr kleine Packetballen und Haufen[1]). Wir haben davon eine üppigere, deutlich verflüssigende und eine zarte nach Wochen die Gelat. noch fest lassende auf allen Nährböden schwachwüchsige Form beobachtet. Mehrmals aus Mageninhalt gezüchtet.

Sarcina alba. Zimmermann.

Denkt man sich an den kaum verflüssigenden Formen von S. flava die Farbstoffbildung weg, so erhält man die S. alba ebenfalls mit wechselnder Verflüssigung. Die Ausbreitungen auf den verschiedenen Nährböden sind weiss bis grauweiss, meist sehr dünn. Mikroskopisch ist die Art von S. flava nicht zu unterscheiden, sodass sie, wenn Uebergänge gefunden werden, nur als Varietät erscheint.

Sarcina mobilis. Maurea.

Die von Král unserem Institut übersandte Abimpfung einer Originalkultur ähnelt ausserordentlich an Farbe (graulichgelb) auf allen Nährböden und durch ihre langsame aber immerhin merkliche Verflüssigung unserer Sarc. equi, doch ist die Körnung der Gel. Plattenkultur bei $\frac{60}{1}$ noch feiner, etwa wie bei Sarc. flava, zwischen der und Sarc. equi sie etwa die Mitte hält. — Ab und zu trat etwas gelbgrüne Fluorescenz auf Agar und Gelat. auf, was wir sonst bei keiner Sarcine beobachteten. Trotz der feinen Körnung schöne Packete auf allen Nährböden. Niemals konnten wir die von Maurea beschriebene Eigenbewegung sehen, niemals Geisseln färben. Unsere Art scheint die Geisselbildung eingebüsst zu haben. Eine Abbildung der Geisseln bringt Migula, der sie noch gesehen hat.

---

[1]) Eine von Král bezogene **Sarc. flava** bildete bei Dr. Stubenrath auf allen flüssigen und festen Nährböden meist nur Kokkenhaufen, seltener Tetraden, keine eigentlichen Packetballen.

Sarcina aurantiaca. Flügge. (p. 180) Lindner.
Tab. 10.

Litteratur: Lindner: Sarcinen (genaues Citat s. p. 136)

Mikroskopisches Aussehen: Schöne Packetballen und Haufen auf allen üblichen Nährböden.

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Orangegelbe kleine runde punktförmige Kolonien, welche bald in die Gelatine einsinken. Nach 5—6 Tagen weichen die Randpartien auseinander und einzelne Teilchen der Kolonie schwimmen dann im tellerförmigen Verflüssigungsring herum. Dadurch erscheint die Kolonie weisslich orange. [10. V.]

b) 50fache Vergrösserung: Aufliegende: Anfangs runde fast glattrandige Kolonien, hell- bis dunkelgelb, ohne Zeichnung oder fein granuliert. Der flache Einsenkungstrichter erscheint grau. Später wird der Rand der Kolonie zerschlitzt, gefranst, gebuchtet und zeigt bei $\frac{100}{1}$ einzelne und in Klümpchen zusammenhängende Tetraden. Randzone in diesem Stadium vollständig durchscheinend. [10. VI.] Tiefliegende: Wie junge Aufliegende.

Gelatinestich: Kolonie sinkt schon nach 36 Stunden ein, indem sich gewöhnlich die Gelatine blasenartig einzieht; Stichkanal trichterförmig verflüssigt, die Wand ist besetzt mit feinen Koloniebröckelchen. Am Boden des Trichters orange Satz. [10.I.]

Agarplatte:

a) Natürliche Grösse: Aufliegende: Runde bis rundliche Kolonien, glattrandig, etwas erhaben, orange, saftig glänzend. Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig, ebenso gefärbt. [10. VII.]

b) 50fache Vergrösserung: Unregelmässig rundlich. Mittlere Zone undurchsichtig bräunlichgrün, nach dem Rande zu heller und mehr gelb, grob granuliert, bei stärkerer Vergrösserung sind einzelne Tetraden zu erkennen. [10. VIII.]

Agarstich: S t i c h: Fadenförmig, stark gekörnt. A u f l a g e: Unregelmässig rundlich, gebuchtet, etwas erhaben, orangegelb — orangerot, butterartige Konsistenz, saftig glänzend. [10. IV.]

Agarstrich: Wie Agarstich. Kondenswasser klar, gelblicher Bodensatz. [10. II.]

Bouillonkultur: Ungleichmässig getrübt, viele einzelne Flöckchen, mässiger Bodensatz.

Milchkultur: Koaguliert die Milch und verflüssigt das Koagulum später wieder.

Kartoffelkultur: Ueppige Kolonie, mit rauhem, gewelltem Rand, bei längerem Stehen bedeutend erhaben, rotorange, besonders im Alter, und dann gewöhnlich glanzlos und erdbeerartig gekörnt. In jüngeren Stadien gelborange, zuweilen glänzend. Sehr ähnlich Micr. pyogenes aureus. [10. IX.], vgl. auch [I. IX.].

Chemische Leistungen: Das orangegelbe Pigment ist ein Lipochrom. In Traubenzuckerbouillon schwache Säurebildung. Auf zuckerfreiem Nährboden aërob, kein H_2S, aber eine Spur Indol.

Vorkommen:

a) A u s s e r h a l b d e s O r g a n i s m u s: Sehr häufig in der Luft, in Würzburg fast auf jeder Luftplatte.

Verwandte Arten: Alle orangegelben Sarcinen, die in unserem Institut gezüchtet wurden, lassen sich ungezwungen als S. aurantiaca bezeichnen, auch **S. aurea** Macé, **S. aurescens** Gruber können wir nicht unterscheiden nach Gruber's Diagnosen.

Sarcina cervina. Stubenrath.

Tab. 11. I.

Gelatineplattenkultur makroskopisch anfangs weisslich, vom 4.—5. Tage ab hellbraun, ziemlich saftig, langsam von einer Verflüssigungszone umgeben. Bei $\frac{60}{1}$ grobkörnig zackig, allmählich am Rande sich in grob granulierte wolkige Massen auflösend. Gelatine-Stich: Auflage klein,

hellbraun, sehr langsam einsinkend; Stich hell, fadenförmig fein granuliert. Agar-Platte ähnlich wie Gelatine; Agar-Strich breit, saftig erhaben, rehbraun [11. I]. Kartoffel K. bräunlichweiss. Bei $\frac{1000}{1}$ bildet sie meist unregelmässige Packetballen, die leicht bräunliche Farbe zeigen. Diese auffallende Art wurde einmal aus Mageninhalt bei Carcinom isoliert.

Sarcina erythromyxa. Král.
Tab. 11. III.

Litteratur: Král (Verzeichnis der abzugebenden Bak.) Micrococcus erythromyxa Overbeck (Nov. Act. der Leop.-Carol. Bd. 55. Nr. 7. 1891). Gute Beschreibung bei Zimmermann II, p. 70.

Bei $\frac{1000}{1}$ meist nur Kokken, Diplokokken und Tetraden darstellend, nur einmal erhielten wir auf Heudekokt schöne Bildung regelmässiger Packetballen.

Gelatineplatte zeigt bei $\frac{1}{1}$ erst lebhaft grauliche, dann schön karmin- bis mennigrote saftige Kolonien, bei $\frac{60}{1}$ fast ohne Granulierung, am Rande sind die roten Kolonien meist mit einem durchscheinenden fein gezackten Rande versehen. Keine Verflüssigung. Gel.-Stich, Agar-Stich und Strich sowie Kartoffelkultur bedeckt sich langsam mit einer intensiv roten glänzenden, ziemlich schmal bleibenden Auflage. Auf Milch rotes Oberflächenwachstum, allmählich wird die Milch ohne vorherige Koagulation aufgehellt. — Bouillon trüb mit grobbröckeligem Bodensatz, zuweilen Häutchenbildung. — Säurebildung auf Traubenzuckerbouillon bescheiden.

Sarcina rosea J. Schröter em. Menge (B. VI. 596) u. Zimmermann. (II. p. 58.)
Tab. 11. VI.

Die Beschreibung dieses Organismus deckt sich bezüglich seines Wachstums auf allen Nährböden absolut mit der beim Mic. roseus pag. 175 gegebenen, auch die Abbildung Tafel 4 kann genau die S. rosea darstellen. Dagegen bildet unsere von Král erhaltene Kultur auf Agar, Heudekokt und Harn Packetballen.

3. **Micrococcus.** Cohn.

Die Zellen teilen sich unregelmässig nach verschiedenen Richtungen und liegen hierauf bald einzeln, bald zu 2 oder 4, endlich und zwar vorherrschend in regellosen klumpigen Haufen. Hierher rechnen wir alle Kokken, die nicht unzweifelhafte Streptokokken oder Sarcinen sind.

Schlüssel zur Bestimmung der Mikrokokken.

I. Auf allen gewöhnlichen Nährböden aërob und anaërob nicht wachsend, dagegen auf menschlichem Blutserum, mit Blut bestrichenem Agar u. dgl. Mikroskopisch: Durch eine meist breite ungefärbte Kittleiste verbundene Paare nierenförmiger Kokken, runde Formen seltener. Nach Gram entfärbt. Nie ausserhalb des menschlichen Körpers, resp. seiner Sekrete.
Micr. gonorrhoeae Neisser.

II. Auf den gewöhnlichen Nährböden wachsend.
A. Auf Gelatine und Agar keinen Farbstoff bildend. (Weisse bis graue Arten.)
a) Gelatine nicht verflüssigt. Plattenkulturen rundlich ohne Ausläufer.
α. Kulturen auf Gelatine und Agar dick, rein weiss. Nicht pathogen. Anordnung unregelmässig.
1) Individuen ziemlich gross.
Micr. candicans Flügge.
2) Individuen sehr klein.
Micr. aquatilis Mead Bolton.
β) Kulturen auf Gelatine und Agar dick, rein weiss. Pathogen für Mäuse. Im Tierkörper regelmässige Tetraden bildend mit starker Gallertkapsel. **Micr. tetragenus** Gaffky.
γ) Aehnlich wie α aber Farbe gelblichgrau, nicht rein weiss. **Micr. rosettaceus** Zimmermann.
δ) Kulturen auf Gelatine stellen dünne irisierende Auflagerungen dar.
Micr. concentricus Zimmermann.
b) Gelatine nicht verflüssigt. Zarte weisse Ranken gehen von den tiefgelegenen Gelatineplattenkulturen und vom Gelatinestich aus.
Micr. viticulosus Katz.

c) Gelatine verflüssigt, Platten- und Stichkulturen ohne Ranken und Aestchen.

α) Verflüssigung kräftig. Hierher die näher zu studierenden Arten[1]: **Micr. ureae liquefaciens** Flügge, **Micr. Freudenreichii** Guillebeau, **Micr. acidi lactis** Krüger.

β) Verflüssigung meist langsam.
Micr. pyogenes γ albus. (Rosenb.) L. et N.

d) Gelatine verflüssigt. Plattenkulturen mit Zacken oder Aestchen.

α) Gelatinestich ohne Aeste. Der Verflüssigungstrichter der Gelatineplattenkultur umgibt sich nach einigen Tagen aussen mit einem gelblichweissen Kranze von lappigen Spitzen und Zacken (vgl. auch Micr. coralloides Zimmermann.)
Micr. coronatus Flügge.

β) Im Gelatinestich Aeste. Die Gelatineplattenkultur zeigt einen Kranz zierlicher Strahlen.
Micr. radiatus Flügge.

B. Auf Gelatine und Agar schwefelgelben—citronengelben Farbstoff bildend.[2])

1) Gelatinekultur grobkörnig. Verflüssigung kräftig.
Micr. luteus Cohn em. L. et N.

2) Gelatinekultur feinkörnig. Verflüssigung kräftig.
Micr. flavus (Flügge) L. et N.

3) Gelatinekultur feinkörnig. Verflüssigung fehlend.
Micr. sulfureus Zimmermann.

C. Auf Gelatine und Agar bräunlichgelben Farbstoff bildend.
Micr. badius L. et N.

D. Auf Gelatine und Agar orangegelb bis grauorange.

a) Agarstrich einfarbig orangegelb.

α) Gelatine langsam verflüssigt, pathogen.
Micr. pyogenes α aureus (Ros.) L. et N.

β) Gelatine fest. Luftbewohner.
Micr. aurantiacus Cohn.

b) Agarstrich grau und orange gefleckt.
Micr. bicolor Zimmermann.

E. Auf Gelatine und Agar rosa—hochrot.

a) rosa—kirschrot, auf Kartoffel schmale Kultur
Micr. roseus (Bumm) L. et N.

---

[1]) Diese Arten dürften teilweise identisch sein und erheischen ein intensives vergleichendes Studium.

[2]) Vergleiche auch den pathogenen Micrococcus ascoformans Johne den Mic. pyogenes β citreus (Passet), und den angeblich sporentragenden Mic. ochroleucus Prowe.

b) rosa—kirschrot, auf Kartoffel breite trockene Kultur.
Micr. cerasinus (List) L. et N.

c) scharlachrot. **Mic. erythromyxa** Zopf.

F. Auf Gelatine und Agar kobaltblau.
Micr. cyaneus (Schröter) Cohn.

Micrococcus gonorrhoeae. (Neisser.) Flügge.

Synonyme: Gonococcus (Neisser), Diplococcus gonorrhoeae. Bumm.

Wichtigste Litteratur: A. Neisser, C. f. med. Wiss. 1879, Nr. 28; Bumm, der Mikroorganismus der gonorrh. Schleimhauterkrankung, Wiesbaden 1885; Wertheim, Archiv für Gynaekologie XLI. 1892.

Mikroskopisches Aussehen: Es liegen fast stets zwei etwa nierenförmige durch eine oft breite linsenförmige Kittmasse verbundene Organismen aneinander. Ein Paar ist 0,8—1,6 μ lang, 0,6—0,8 μ breit.

Färbbarkeit: Nach den gewöhnlichen Färbemethoden — am besten mit Löffler's Methylenblau. Entfärbt sich nach Gram, was sehr wichtig.

Sauerstoffbedürfnis: Fakultativ anaërob.

Ansprüche an Temperatur- und Nährboden: Wächst nur bei Bruttemperatur am besten bei 36°. 25° und 39° sind die Extreme. Wachstum auf allen Nährböden sehr gering, häufige Übertragung zur Weiterentwicklung nötig. Eine der am schwierigsten in dauernder Kultur zu behaltenden Arten.

Kulturen: Mit dem gewöhnlichen Nährboden ist für Gonokokkenzucht nichts anzufangen.[1]) Man legt jetzt Ausstriche an auf folgenden Nährböden (3, 4 und 5 eignen sich auch für Platten):

1. Mit **Menschenblut** (aus der Fingerkuppe des Untersuchers) bestrichener gewöhnlicher Nähragar. (Abel.) In erster Linie als einfachste Methode zu empfehlen.
2. **Menschliches Blutserum** (aus Placentar- oder Aderlassblut). Tierisches Serum ist meist unbrauchbar, jedenfalls ist das Wachstum sehr kümmerlich. (Bumm.)

---

[1]) Die Angaben Turró's über Züchtung der G. K. auf sauere Gelatine, erfolgreiche G. Impfung auf den Hund und Verflüssigung alkalischer Gelatine (C. B. XVI. 1.) müssen sehr starken Verdacht erwecken, dass er keine Gonokokken in der Hand hatte.

3. Eine Mischung von **1 Teil** flüssigem **menschlichem** Serum (Werthheim) oder **Ascitesflüssigkeit** (Kiefer), Cystomflüssigkeit (Menge), (fraktionirt sterilisiert) mit 1 Teil auf 50° abgekühltem 3½%igem Agar oder Glycerinagar. Damit lassen sich erstarrende Platten giessen, oder darauf nach schrägem Erstarren Ausstrichpräparate anfertigen.
4. Eine Mischung von 1 Teil steril aufgefangenem oder 1h bei 70—80° erwärmtem **Menschenharn** und 1 Teil **2%igem Agar** resp. Glycerinagar, der auf 50° abgekühlt ist. (Finger, Ghon und Schlagenhaufer). Die saure Reaktion dieses Nährbodens soll nichts schaden. A. Neisser fand diese Methode unsicher.
5. Hammer erzielte neuestens auf Mischungen von **Eiweissharn** (1½—1% Eiweiss) mit Glycerinagar (getrennt sterilisiert und dann gemischt, besonders üppige Kulturen. (Deut. med. Woch. 1895. 860), aber nur bei Alkalisierung des Nährbodens.
6. Auch auf **Glycerinagar** allein haben manche Autoren ein wenn auch kümmerliches Wachstum beobachtet.

Lebensdauer und Widerstandsfähigkeit: Bei Bruttemperatur vor Austrocknung geschützt, bleiben die Gonokokken bis 4 Wochen auf Serumagar lebendig, Austrocknen tötet nach Stunden. — Merkwürdiger Weise konnten bei Zimmertemperatur Reinkulturen nie über 48h lebend erhalten werden. — Virulenzschwankungen sind weder innerhalb noch ausserhalb des Körpers bekannt.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Nie.

b) Im gesunden Organismus: Nie gefunden. Bei Gonorrhoe in der Urethra, der Prostata des Mannes, in Urethra, Bartholin'schen Drüsen, Cervix uteri beim Weibe, Erreger von Vaginitis und Urethritis bei kleinen Mädchen.

Ausserdem als Erreger einzelner Fälle von: Endometritis, Metritis, Salpingitis, Oophoritis, Peritonitis, Proctitis, wahrscheinlich auch Epididymitis und Blasenkatarrh. — Ursache der Blennorrhoea neonatorum; Gonokokken erregen auch beim Erwachsenen schwere Conjunctivitis, selten Rhinitis, Otitis. Als Ursache von Arthritis ist der Gonococcus häufig, als Erreger von Pleuritis und maligner Endocarditis selten und noch kaum absolut sicher erkannt.

Plattenepithel schützt besser als Cylinderepithel. Der Parasit dringt allmählich durch das Epithel ins Bindegewebe ein und erregt auch dort Entzündung. Nach überstandener Infektion tritt keine Immunität ein.

Experimentelle pathologische Erfahrungen:

An Tieren: Ergebnis der Uebertragung stets negativ, nur Turró behauptete (l. c.) leichte Uebertragbarkeit auf den Hund.

An Menschen: Erzeugung von Gonorrhoe u. Conjunctivis durch Reinkultur gelingt leicht.

Specielle Nachweismethoden: Es sind nachzuweisen: Diplokokken haufenweise in den Leukocyten um die Kerne liegend, mit Methylenblau färbbar, nach Gram entfärbt. Zarte Kulturen bei Ausstrich auf Blutagar, Serumagar, Harnagar. Sicherste Kontrol-Impfung auf menschliche Urethra.

Dem Mic. gonorrhoeae verwandte Arten.

Von Bumm sind eine Reihe von Arten etwas studiert, die ihrer mikroskopischen Form wegen mit dem Mic. gonorrhoeae verwechselt werden können. Wir erwähnen einige beiläufig, da wir sie nicht studiert, und verweisen auf Bumms oben erwähnte Arbeit. Ob nach Gram:

Micrococcus albicans amplus. Wächst grauweiss auf Gelatine, grösser als der Mic. gonorrhoeae.

Diplococcus albicans tardissimus. Mikroskopisch, morphologisch identisch mit Mic. gonorrhoeae, wächst aber, wenn auch sehr langsam, auf Gelatine.

Micrococcus subflavus (siehe bei Mic. pyogenes.)

Micrococcus candicans. Flügge. (p. 173.)
Tab. 2 IV—VIII.

Mikroskopisches Aussehen: Runde, einzelne oder in Haufen zusammenliegende Kokken von 1,2 μ Grösse. Die meisten zeigen in der Mitte einen Teilungsstrich. [2. VIII.]

Sauerstoffbedürfnis: Wächst aërob gut, in der Tiefe von Schüttelkulturen unbedeutend.

Anforderung an Temperatur und Nährböden: Wächst bei Zimmer- und Bruttemperatur und auf allen gebräuchlichen Nährböden.

Gelatineplatte:

a) Natürl. Grösse: Runde bis rundliche Kolonien, nach 8 Tagen bei gewöhnlicher Temperatur 2—3 mm im Durchmesser, saftig glänzend, porzellanartig weiss, wenig erhaben. Auf älteren Platten findet man stets neben flach ausgebreiteten Kolonien auch sandkornartig aufliegende oder gar kegelförmig aufragende. [2. V.]

b) 50fache Vergrösserung: Aufliegende: Runde bis rundliche Kolonie, glattrandig, äusserst zart punktiert, an der Peripherie teilweise durchscheinend, nach dem Innern zu undurchsichtig gelblich-grau bis schwarz.

Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig, undurchsichtig, glattrandig, dunkel. [2. VI.]

Gelatinestich: Fadenförmig gekörnt, weiss. Auflagerung: Wellig glattrandig, ziemlich erhaben, porzellanartig glänzend, später etwas matt, weiss, von butterartiger Konsistenz. [2. IV.]

Agarplatte: Bei natürlicher Grösse und 60facher Vergrösserung wie Gelatineplatte, nur Kolonien oft etwas stärker erhaben und noch undurchsichtiger.

Agarstrich: Wenig ausgebreitete, weisse fettglänzende Auflagerung, wellig glattrandig, ziemlich erhaben. Kondenswasser klar. Weisser Bodensatz. [2, I.]

Bouillonkultur: Mässig getrübt mit bescheidenem Bodensatz, einzelne Formen lassen die Bouillon klar und bilden statt dessen ein Häutchen und Sediment von stärkerer Kohärenz.

Milchkultur: Koaguliert nicht in 14 Tagen, Milch wird sehr schwach sauer.

Kartoffelkultur: Dicke weisse porzellanartige Auflagerung, fettglänzend. Stark erhaben, mit gewelltem

Rand. Mit der Zeit verfärbt sich die Umgebung der Kolonie grau. — Die gleichen Kulturen wachsen auf alten Kartoffeln (März) viel trockener, krümeliger. [2. VII.]

Chemische Leistungen: Verflüssigt nicht die Gelatine, bildet kein Gas auf zuckerhaltigen Nährböden, kein Indol und kein H_2S.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Sehr häufig in Luft, Wasser, Milch überall in Deutschland, wo man darauf achtete.

b) Im Organismus: Nur epiphytisch z. B. aus Smegma praeputii, aus den menschlichen Haaren.

Formen: Wir haben einen Mic. candicans isoliert, der sich nur durch eine geringe Fähigkeit Gelatine zu verflüssigen von der Stammart unterscheidet.

Verwandte Arten: Von dieser Art können wir **Staphylococcus cereus albus** Passet nur durch etwas kleinere Einzelindividuen unterscheiden (0,5—0,8 μ), sonst stimmt er in allen Einzelheiten. — Nach Leube's Beschreibung (Virch. Arch. 100 p. 561) ist der **Microc. ureae** morphologisch vollkommen identisch mit Mic. candicans (0,8 μ), die Gelatineplattenkultur soll zuweilen sektorenartige Sprünge zeigen, alte Kulturen haben faden kleisterigen Geruch. Ueber die Kartoffelkultur fehlt eine Angabe. (vergl. pag. 65.)

Micrococcus aquatilis Mead Bolton.

Diese uns unbekannt gebliebene in Göttingen aber häufige Art aus Wasser (Z. H. I. p. 94) zeichnet sich durch „sehr kleine" Individuen aus. Die Gelatineplattenkultur zeigt etwas radiäre Streifen und cirkuläre Linien, sodass rautenförmige Felder entstehen. Weitere Merkmale gibt Bolton nicht. Der Organismus ist fähig, in destilliertem Wasser zu wachsen. — Nach Schröter's dürftiger Beschreibung könnte er vielleicht mit **Mic. candidus** Cohn identisch sein.

Auch Escherich's **Porzellancoccus** aus dem Darm (Darmbakterien pag. 90). Erscheint ähnlich, er misst nur 0,3 μ.

Micrococcus tetragenus. Koch und Gaffky.

Synonyme: M. tetragenus septicus Boutron, M. tetragenus albus Boutron.

Hauptlitteratur: Koch und Gaffky: Mitteil. a. d. Gesundh. Bd. II, p. 42; Langenbeck's Archiv Bd. 28, p. 500; Boutron: Thèse de Paris enthält eine Monographie des Organismus, Referat in C. B. XVI. p. 971.

Mikroskopisches Aussehen: Rundliche oder etwas oval geformte Kokken meist zu 2 oder 4 beisammenliegend.[1]) In der Grösse ziemlich variabel. Nicht selten sieht man im, aus der Kultur gefertigten mikr. Präparat wenig charakteristische Zellenordnung. Im tierischen und menschlichen Organismus ist die Anordnung zu Tetraden regelmässig, und es umgibt die Tetrade eine ziemlich dicke ungefärbte Gallertkapsel. Die Kapseln lassen sich an dem nach Gram gefärbten Schnitt mit Eosin nachfärben.

Sauerstoffbedürfnis: Aërob gutes, anaërob schlechteres Wachstum.

Ansprüche an Temperatur und Nährböden: Gedeiht am besten bei 37°, aber auch bei Zimmertemperatur auf allen üblichen Nährböden.

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Aufliegende: Kleine, unregelmässig geformte Kolonien, glattrandig, weisslich, schwach erhaben, glänzend, saftig. Tiefliegende: Uncharakteristisch.

b) 50fache Vergrösserung: Aufliegende: Rundliche Kolonien mit anfangs fast glattem Rand, später buchtig zerrissen, einer aufgelösten Sarcinenkolonie nicht unähnlich. Bei genauer Einstellung ist die Form der Tetraden in der grau durchscheinenden Randpartie erkennbar, nach dem Innern zu ist die Kolonie undurchsichtig, grau schattiert. Tiefliegende: Un-

---

[1]) Während der Korrektur haben wir in alten Heudekoktkulturen typische Sarcineformen gefunden. Die Beobachtung ist weiter zu verfolgen, ob keine Verunreinigung vorliegt.

regelmässig geformt glattrandig, undurchsichtig, zart bis grob granuliert. [7. VIII].

Gelatinestich: Stich: Anfangs fadenartig, später im oberen Teil stark körnig, im unteren Teil perlschnurartig, weiss [7. II.] Auflage: Nach 10 Tagen 3—4 mm breit, unregelmässig rundlich, teilweise gelappt, stark im Mittelpunkt erhaben, nagelkopfartig, saftig. Rein weiss, oder etwas gelblich glänzend. [7. III.]

Agarplatte: Wie Gelatine, nur viel üppiger, undurchsichtiger. [7. VI.]

Agarstich: Stich: Zusammenhängend, stark gekörnt, rein weiss. Bei älteren Kulturen entstehen oft im Stichkanal klumpige, üppige Auswüchse. [7. IV.] Oberfläche: Unregelmässig rundlich ausgebuchtet oder gewellt. Stark erhaben, oft mit terrassenartiger Bildung, rein weiss, fettglänzend, zuweilen ins gelbliche spielend [7. IV]. Agarstrich entsprechend. Kondenswasser klar mit weissem Bodensatz. [7. I.]

Bouillonkultur: Klar, Bodensatz mässig, beim Aufschütteln sich erst flockig, dann homogen zerteilend.

Milchkultur: Nach 4×24^h ganz fest koaguliert, anderemale fehlte eine Koagulation.

Kartoffelkultur: Auf den Impfstrich beschränkt, scharf von der Umgebung abgegrenzt, jedoch nicht erhaben. Ränder der Kolonie ausgebuchtet, scharf zackig, rein weiss, nicht- oder mattglänzend. Nach Gaffky dick schleimig fadenziehend. [7. X.]

Chemische Leistungen: Es wird gebildet: Auf Traubenzuckerbouillon etwas Säure, auf Agarplatten auffallend starker Leimgeruch. Es fehlt: Gelatineverflüssigung; Schwefelwasserstoff und Indolbildung auf 2% Peptonlösung.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Uns nie begegnet.

b) Im gesunden Organismus: In der Mundhöhle, von Boutron in Frauenmilch gefunden.

c) Im kranken Menschen: In Lungencavernen bei Phthyse (Gaffky), in Abscessen.

d) Bei Tieren: Einigemal als Eiterungserreger gefunden (Karlinski C. B. VII. 112).

Experimentelle Erfahrungen über Pathogenese:

a) am Tiere: Erregt bei weissen Mäusen eine rasch verlaufende Septicaemie.

Ähnlich empfindlich sind die Meerschweinchen und weissen Ratten, bei Kaninchen kommt es meist nur zu Lokalaffektionen (Peritonitis, Abscess etc.). Graue Ratten und graue Mäuse sollen sehr resistent, ja immun sein.

b) am Menschen: Es ist durch einige Versuche bewiesen, dass der Pilz Eiterung erregt und sie nicht nur begleitet. (Viquerat Z. H. XVIII. 411.)

Specielle Nachweismethoden: Agarplatte, Mikroskopisches Bild, Versuch an der Maus; Bouillon und Heudekoktkultur zum Nachweis, dass auf diesen Nährböden keine Sarcinenpackete gebildet werden.

Verwandte Arten:

Wohl sicher nicht specifisch verschieden ist der durch mangelnde Pathogenität ausgezeichnete **M. tetragenus albus** Boutron aus Eiter und Frauenmilch, der in Kulturen etwas schwächer als die **M. tetragenus septicus** Boutron genannte virulente Form wächst. Von Boutron ist noch ein die G. nicht verflüssigender, nicht pathogener goldgelber **Microc. tetragenus aureus** Boutron aus Frauenmilch beschrieben, den wir nicht kennen.

Ebenso unbekannt blieb uns: **Micr. tetragenus subflavus**, v. Besser aus Nasenschleim auf Gelatine gar nicht, auf Agar gelblich wachsend. (Ziegler's Beiträge zur path. Anat. Bd. VI. p. 347.)

Nicht unterscheiden können wir nach einer Kultur von Král **Actinobacter polymorphus** Duclaux.

Theoretisch interessant ist: **Micr. tetragenus mobilis ventriculi** Mendoza (C. B. VI. 506) nach der Beschreibung in den Kulturen von Micr. tetragenus Gaffky u. Koch

nicht zu unterscheiden, nur bildet er etwas Skatol. — Derselbe zeigt eine sehr lebhafte Eigenbewegung und stellt — bis weiteres Material vorliegt — die bewegliche, offenbar geisseltragende Nebenform des gewöhnlichen Microc. tetragenus dar. Vergleiche Micrococcus roseus.

Micrococcus rosettaceus. Zimmermann. (I. p. 72.)

Nach der Beschreibung von Zimmermann fast identisch mit M. candicans, aber auf Gelatine von grauweisser, auf Kartoffel von gelblichgrauer Farbe, Grösse. 0,7—1,0 μ.

Micrococcus concentricus. Zimmermann (I. p. 86).

Auf allen Nährböden nur dünne zarte irisirende Auflagerungen, nach der Beschreibung etwa wie bei Bact. typhi. Auf Gelatineplatten ist die Umrandung unregelmässig; konzentrische Zonen sind auf Gelatine fast stets zu sehen, nie Verflüssigung. — Auf der Kartoffel dünner, gelbgrau schmieriger Belag. — Durchmesser 0,9 μ. Von Zimmermann in Chemnitzer Leitungswasser gefunden.

Micrococcus viticulosus. Katz.[1]) (Flügge 176.)

Diesen unseres Wissens nur einmal von Katz im Flügge'schen Laboratorium in Göttingen isolierten, im Gelatinestich und den tiefgelegenen Gelatineplattenkulturen zarte weisse Ranken bildenden Organismus kennen wir nur nach der Beschreibung, wonach der Pilz offenbar grosse Aehnlichkeit in seinen Kulturen mit Bact. Zopfii hat, das unsere Tafel 30 und 31 darstellt. — Gelatine nicht verflüssigt. Die Kokken sollen stets oval 1,2 μ lang, 1 μ breit sein.

Micrococcus ureae liquefaciens. Flügge. (p. 169.)

Kokken von 1,25—2 μ, Gel. Kulturen anfangs bei $\frac{60}{1}$ etwa wie M. candicans, aber die oberflächlichen langsam verflüssigend. Im Gelatinestich spitze trichterförmige Verflüssigung, am Grund der trüben Gelatine liegen gelbweisse Krümel und Klumpen. Von Flügge aus ammoniakalischem Harn gezüchtet, spaltet Harnstoff.

Im makroskopischen Verhalten den vorigen nahestehend sind einige in der Milchwirtschaft wichtige noch sehr wenig in ihrer Verwandtschaft zu anderen, sondern nur vom rein praktischen Standpunkt studierte Arten.

---

[1]) Aehnlich aber doch wohl verschieden **Micr. plumosus Bräut.** bei Adametz (Bakterien der Nutzwässer Wien 1888); es gehen hier von den oberflächlichen wie von den tiefen Kolonien krystallnadelähnliche lange weisse Fortsätze in die Gelatine.

Micrococcus der bitteren Milch Cohn (C. B. IX. 653).

Ziemlich grosser Coccus ohne Farbstoffbildung, Gelatine rasch verflüssigt, dieselbe sowie Bouillon wird sehr schleimig. Milch erst koaguliert, dann schleimig gelöst. Geschmack schwach sauer aber sehr bitter.

Micrococcus Freudenreichii Guillebeau.

Grosser Coccus (Durchmesser 2 μ und mehr) meist einzeln, seltener zu Ketten angeordnet (in Bouillon). Michgelatine zeigt erst weisse, ganzrandige feinkörnige Kolonien, nach 2 Tagen rasche Verflüssigung. Agarkultur weiss, Kartoffelkultur schwefelgelb-gelblichbraun, bald dünn bald üppig. Bouillon erst trübe, dann klar mit flockigem Absatz. In steriler Milch Säurebildung, bald grosse Klebrigkeit (Fadenziehen)[1], nach einigen Tagen Gerinnung. Optimum 20°. Wachstumsbreite 11° bis 35°. Ist vielleicht ein Streptococcus.

Micrococcus acidi lactis Krüger. (C. B. VII. 19.)

Ovaler Coccus, Diplokokken und Tetraden bildend (1—1,5 μ Durchmesser), Wachstum fakultativ anaërob. Runde weisse Gelatinekolonie von zerrissenem Rand, Gelatine wird verflüssigt. In der Gelatinestichkultur körniger weisser Stichbelag, weisse später untersinkende Oberflächenausbreitung. Bildet aus Milchzucker Milchsäure, koaguliert Milch in 5 Tagen bei 15—35°, peptonisiert darauf die Eiweisskörper unter Auftreten einer schmierigen Konsistenz und eines kleisterartigen Geruchs.

Micrococcus coronatus. Flügge. (p. 175.)

Runde Kokken 0,8—1,6 μ. Gelatineplatte bei $\frac{1}{1}$ anfangs kleine weisse Scheibchen, die, wie sie an die Oberfläche kommen, eine breite Verflüssigungszone bekommen. In diesem Stadium bei $\frac{60}{1}$ eine graue grobkörnige Scheibe mit zerrissener Randpartie, später zerfällt die Scheibe ganz in Brocken und Krümel. Das Bild bei $\frac{1}{1}$ verändert sich später sehr, während im Grunde des flachen Verflüssigungstrichters ein gelbweisser unregelmässiger Klum-

[1] Weigmann's Micr. der fadenzieh. Milch lässt Gelatine fest.

pen liegt, hat sich der klare Verflüssigungstrichter nach aussen mit einer Zone derber unregelmässiger Spitzen und Fortsätze umgeben, die das Bild sehr auffallend machen. Gelatinestich entspricht der Platte.

Agarplatte: Die tiefliegenden Kolonien rundlich, weiss, fast undurchsichtig, die aufliegenden erst rund, dann lappig, buchtig, zackig, üppig entwickelt. Agarstrich grauweiss, breit, zackig, etwas trocken, Kartoffelkultur ebenso. Bouillon schwach getrübt mit Bodensatz, kein Indol, Spur H_2S bildend. Milch wird in 10 Tagen gelatinös, nach 14 Tagen ist sie klumpig, bei minimal saurer Reaktion geronnen.

Von Flügge mehrfach bei Luftuntersuchungen gefunden, von uns bei einer Smegmauntersuchung.

Micrococcus coralloides. Zimmermann. (II. p. 72.)

Nach Zimmermann's Beschreibung ähnlich, doch wohl verschieden. Die Gelatineplattenkultur bei $\frac{1}{1}$ wird als weisse etwas unregelmässige Masse beschrieben, die nach 80^h ringsum Ausläufer bildet, sodass schliesslich ein nach allen Richtungen strahlendes vielfach verzweigtes Gebilde auf der halbverflüssigten Gelatine liegt. Bei $\frac{100}{1}$ erscheinen die Pilzmassen gekörnelt. Auch die milchweisse Gelatinestichauflagerung treibt verwaschene Ausläufer, auf Agar breites milchweisses, auf der Kartoffel sehr geringes Wachstum. Fleischbrühe gleichmässig trübe. — Von Zimmermann in Wasser gefunden.

Micrococcus radiatus. Flügge. (p. 176.)

Mikrokokken unter 1 μ. Die anfangs körnigen, scharf konturierten, tiefliegenden Kolonien sinken, wenn sie an die Oberfläche der Gelatineplatte kommen, etwas ein und umgeben sich dann mit einem Kranze zierlicher Strahlen, die an der Peripherie ein wenig auseinanderweichen, sodass die Kolonie etwas unregelmässig begrenzt ist; es kann sich später noch ein zweiter und dritter Strahlenkranz entwickeln. Im Gelatinestich entsteht ein spitzer Verflüssigungstrichter, von den tieferen Teilen des Stiches strahlen horizontale Fortsätze aus, sodass der Stich wie gefiedert erscheint. Von uns nie gesehen; Beschreibung nach Flügge. Die Farbe ist bei Flügge nur an einer Stelle als weiss mit gelblichgrünem Schimmer bezeichnet.

Micrococcus luteus. (Lehm. et Neum.)
Tab. 8.

Synonyme: Der ungenügend definierte Micrococcus luteus Cohn, von Schröter als Bacteridium luteum bezeichnet, ist nicht mit einer bestimmten Art zu identifizieren. Wir bezeichnen die zu beschreibende Species so, um die Beziehung zu Sarcina lutea auszudrücken.

Mikroskopisches Aussehen: Mittelgrosse, (0,4—1,2 μ) rundliche Kokken, vielfach zu 4 beieinanderliegend, häufig auch nur zu zweien.

Sauerstoffbedürfnis: In Schüttelkulturen streng aërob.

Ansprüche an Temperatur und Nährböden: Wächst rasch und üppig bei Zimmer- und Bruttemperatur auf allen Nährböden.

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Gelbliche bis gelblichweisse, unregelmässig rundliche Kolonien, nach 3 Tagen $1^1/_2$—2 mm breit. Sinken nach kurzer Zeit tellerartig ein, ohne dass sich der Kulturrasen zerteilt. Erst später erfolgt die Auflösung desselben zu unregelmässigen Krümeln und Fetzen.

b) 50fache Vergrösserung: Aufliegende: Gelblich grau bis graubräunliche unregelmässig rundliche Kolonien mit welligem ausgefressenem Rand, an dessen Peripherie zuweilen einzelne Tetraden deutlich sichtbar sind. Randpartie durchscheinender als die Mitte. Kolonie im Innern gleichmässig grau schattiert. Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig glattrandig, fein granuliert, von derselben Farbe wie die Aufliegenden (8. II).

Gelatinestich: Stich bleibt, so lange die Verflüssigung nicht eingetreten ist, granuliert. Nach 2 Tagen beginnt die Verflüssigung mit einer tellerartigen Einsenkung, welche später cylindrisch fortschreitet. Inhalt des Trichters: Trüb, grünlichgelbgrau [8. I].

Agarplatte: Bei $\frac{1}{1}$ und $\frac{50}{1}$ wie die Gelatineplatte, nur Granulierung feiner. Zuweilen finden sich im Innern

Innern auch bis zu 2 mm breite, dünne, hellgelbliche, durchsichtige Kolonien mit grobkörniger bis morulaartiger Granulierung.

Agarstich: Stich: Gekörnt, gelb. Auflage: Citronengelb, glänzend, rundlich, mit welligem Rand etwas erhaben.

Agarstrich: Dem Stich entsprechend. Kondenswasser klar, Bodensatz gelblich.

Bouillonkultur: Bouillon bleibt klar. Der gelbliche Bodensatz sitzt fest auf, erst durch energisches Schütteln wirbelt er sich schleimig auf und verteilt sich alsdann homogen.

Milchkultur: Nach 20 Tagen halb geronnen. Reaktion sauer.

Kartoffelkultur: Citronengelber bis gelblich grüner Belag. Dünn, mit wellig zackigem Rand, fast gar nicht erhaben. Matt glänzend. Von der Umgebung scharf abgegrenzt.

Verwandte Arten.

Wir halten diese Art für vollkommen identisch mit Sarcina lutea — nur bildet unsere Art keine Sarcinenform, weder auf festen Nährböden, noch in Bouillon noch Heu. Sarcina lutea wäre seine „Forma sarcinica".

Identisch ist ein von Král erhaltener: **Streptococcus liquefaciens** und aus der gleichen Quelle: **Pediococcus flavus,**[1]) die wir auf das genaueste studierten, nur machte Strept. liquefaciens die Bouillon und den Gelatinetrichter diffus trübe, und zeigte auf alten Agarstrichen eine bräunlichgelbe Nuance — Abweichungen, wie ähnliche beim M. pyogenes α aureus alltäglich sind. — Der Beschreibung nach ist auch **Mic. galbanatus** Zimmermann identisch, der wie wir nachträglich sehen, von Zimmermann auch als mit Strept. liquefaciens Král identisch befunden wurde. Man könnte event. dem Zimmermann'schen unzweideutigen Namen vor Mic. luteus den Vorzug geben, doch

---

[1]) Neuerdings haben uns alte Heukulturen von Pedioc. flavus die schönsten Sarcinepackete geliefert. Nicht so deutlich war dies bei Streptococcus liquefaciens.

wünschen, wir die Analogie mit Sarc. lutea hervortreten zu lassen.

Micrococcus flavus. (Flügge.) Lehm. et Neum.

Vollkommen identisch mit dem vorigen, nur feingranulierte Gelatinekulturen und geringere Neigung zur Tetradenbildung. Wir halten diese Form für identisch mit der oben beschriebenen Sarcina flava, mit der sie bis auf die Fähigkeit, Sarcinepackete zu bilden, übereinstimmt. — Wir haben diesen Organismus als Staphylococcus citreus von C. Fränkel erhalten und als Sarcina flava von Prag — letztere stets ohne Sarcinepackete. Auch was wir als Micrococcus citreus agilis Menge (C. B. XII. 493) — geisselfrei sehr schwach verflüssigend und unbeweglich — erhielten, vermögen wir bei genauester Untersuchung nicht zu unterscheiden.

Es scheinen Uebergänge von Micrococcus flavus und luteus vorzukommen.

Micrococcus sulfureus. Zimmermann, erweitert von Lehmann et Neumann.

Mit diesem Namen belegen wir provisorisch alle citronengelben, sowie grünlich bis graulichgelben, die Gelatine nicht verflüssigenden Kokken, deren wir viele aus der Luft und dem Wasser gezüchtet. Sie waren alle auf der Gelatineplatte feinkörnig — wir fassen sie auf als nicht verflüssigende Formen von Micr. flavus L. et N.[1]) Hierher wohl auch Micr. sordidus Schröter.

Einmal fanden wir auch aus der Luft einen Micr. sulfureus, dessen Oberflächenkolonien teils keine, teils eine minimale, teils eine sehr kräftige Verflüssigung bewirkten.

Micrococcus sulfureus β tardigradus. (Flügge.) Lehm. et Neum.

Micrococcus flavus tardigradus (Flügge) p. 178.

Unterscheidet sich von der vorigen Art nur durch sehr langsames Wachstum, von Zimmermann in Wasser gefunden. — Wohl nur Varietät des vorigen.

Micrococcus badius. Lehmann et Neumann.

Mittelgrosse, runde Kokken, öfters zu Tetraden vereinigt, niemals auf irgend einem Nährboden eine Sarcineform zeigend. Die Gelatineplatte zeigt bei $\frac{1}{1}$ leimbraune, wenig erhabene, durchscheinende Tröpfchen, die bei $\frac{60}{1}$ ganz homogen höchstens mit

---

[1]) Grobgranulierte, nicht verflüssigende Formen, wie sie dem Micr. luteus entsprechen, haben wir noch nicht gefunden.

einigen konzentrischen Zonen erscheinen, Agarplatte ähnlich. Gelatinestich: Leimbraune, glänzende, wenig üppige Auflage, im Stich zartes körniges Wachstum. Agarstich saftig, durchscheinend, leimbraun. Gelatine wird sehr langsam und minimal verflüssigt, Bouillon gleichmässig trüb. Auf der Kartoffel dunkelgelbbraune, gelatinöse Auflagerung. Wachstum stets gering, auf Milch gar nicht.

Als Sarcina lutea von Král erhalten, uns sonst nicht begegnet.

Micrococcus ascoformans. Johne.

Synonyme: Discomyces equi Rivolta, Mic. botryogenes Rabe, Botryomyces Bollinger. Botryococcus Kitt.

Litteraturübersicht: Kitt. C. B. III. 177.

Nach Johne's Beschreibung sind die Kulturen denen des Micr. luteus und flavus sehr ähnlich.

Mikrokokken meist zu zweien oder vieren, Gelatine-Platten makroskopisch wie mit graugelblichem Blütenstaub bestreut, obstartig riechend[1]), bei $\frac{60}{1}$ runde, scharf begrenzte Kolonien ohne besondere Merkmale. Verflüssigung der weisslichen Gelatinestichkultur langsam, kelchförmige Einziehung, Stich weiss fadenförmig. Auf Kartoffel reifartiger, gelblicher Ueberzug mit Obstgeruch. Auf Agar Wachstum kaum merklich.

Der für Meerschweinchen, Schafe, Ziegen und Pferde pathogene Pilz findet sich beim Pferd in dicken, strangförmigen oder klumpigen zentral erweichten Bindegewebswucherungen im Perimysium, der Subcutis, im Samenstrang (nach Kastration) und im retroperiteonalen Beckenbindegewebe des Pferdes. Von Bollinger auch in der Pferdelunge gefunden.

Im Tiergewebe ist der Organismus in sandkornartige Klumpen zusammengeballt und jeder Klumpen mit einer gemeinsamen Hülle umgeben. Vgl. p. 180. Ascococcus.

Micrococcus ochroleucus. Prowe. (Cohn's Beitr. IV. 409.)

Die bei Harz in München aus Harn isolierte Art kennen wir nicht, sie scheint auch sonst nicht mehr gefunden. Prowe will Endosporen, die 100° eine halbe Stunde aushalten, im Innern

---

[1]) Süssliche bald mehr angenehme, bald mehr unangenehme Gerüche zeigt auch unser Mic. luteus.

vergrösserter Kokken gesehen haben. Die Kokken sind auf Kleister 0,1—0,3, auf Milch 0,4, auf den meisten üblichen Nährböden 0.5 bis 0,8 μ gross, die sporenhaltigen bis 1,78. — Auf manchen Nährböden zeigen die Kokken Eigenbewagung.

Micrococcus pyogenes. (Rosenbach.) Lehm. et Neum.
Tab. 1 und 2, I—III.

α. aureus (Rosenbach) Lehm. et Neum.
β. citreus (Passet) „ „
γ. albus (Rosenbach) „ „

Synonyme: Staphylococcus pyogenes aureus Rosenbach, Staph. pyogenes albus Ros., Staph. pyogenes citreus Passet.

Trivialname: Traubenkokkus, Eiterkokkus, „Staphylokokkus“ schlechthin.

Hauptlitteratur: Rosenbach: Mikroorganismen bei den Wundinfektionskrankheiten des Menschen 1884. Passet: Aetiologie der eitrigen Phlegmone 1885; Garré: Fortsch. d. Medic. 1885. 165; Lübbert: Biologische Untersuchungen über den Staph. pyog. aureus., Würzburg 1886.

Vorbemerkung:

Die 3 ebengenannten Formen betrachten die meisten Forscher als Arten, obwohl sich aureus und albus sicher bloss durch ihre Farbstoffproduktion unterscheiden[1]) — was nach pag. 64, doch Bedenken hat.

Zugegeben muss werden, dass eine Umzüchtung der einzelnen Formen in einander noch kaum gelungen ist. In neuerer Zeit will allerdings Lubinski (C.B. XVI. 769) durch 10malige anaërobe Uebertragung aus Staphylococcus aureus einen Organismus gezüchtet haben, der so vollkommen die Farbstoffbildung verloren hatte, dass in 9 aufeinanderfolgenden aëroben Kulturen dieselbe nicht wiederkehrte. Die Fähigkeit, aërob Farbstoff zu bilden, ging durch jede neue anaërobe Züchtung ein Stück verloren und verschwand allmälig im Laufe der 10 Uebertragungen. Hiermit würde stimmen, dass nach Gärtner und Lubinski's Erfahrungen tiefe Abscesse, blasse — oberflächliche, dunkelgelbe Staphylokokken liefern. Staphylococcus albus durch Züchtung in reinem Sauerstoff zur Produktion von Farbstoff anzuregen gelang nicht auch nach einer Reihe von Generationen, doch ist es erfahrungs-

[1]) Ueber Staphylococcus citreus Passet vergl. auch 163.

gemäss ja überhaupt schwerer, verlorene Funktionen herzustellen, als vorhandene zu unterdrücken.

Jedenfalls ist der Versuch verschiedener Autoren, „schon auf die verschiedene Virulenz der 3 Formen eine specifische Verschiedenheit zu begründen“, unberechtigt. Erstens ist nicht einmal die Thatsache, dass die goldgelbe Form sich durch besondere Virulenz auszeichne, (v. Tavel, Lannelongue und Achard) unbestritten, Levy fand die in Strassburg viel häufigere weisse Form ebenso pathogen, und zweitens ist ja auf das leichteste experimentell die enorme Virulenzschwankung ganz unabhängig von der Farbedarzuthun. (vergl. p. 170). — Anaërobiose, die die Virulenz erhöht, schwächt die Farbstoffproduktion.

Im Folgenden ist nur der **Micr. pyogenes α. aureus** eingehend beschrieben, über β. citreus und γ. albus vergleiche pag. 172.

Mikroskopisches Aussehen: Runde kleinere oder grössere Kokken, im Mittel 0,8 μ, zu zweien oder einzeln, meist in traubenförmigen Haufen. Oft mit Teilungsspalt.

Wachstum: Aërob gut, anaërob geringer.

Ansprüche an Temperatur und Nährboden: Optimum bei 37°, wächst aber auch gut bei Zimmertemperatur, gedeiht auf allen Nährböden, Farbstoff auf Agar und Kartoffel am kräftigsten entwickelt.

Gelatineplatte:

a) Natürl. Grösse: Kleine, unregelmässig rundliche Kolonien, von gelblich weisser bis gelber Färbung. Aeltere Kolonien nicht viel grösser, nach 6 Tagen $1^1/_2$ mm. Die Kolonien sinken meist langsam ein und umgeben sich mit flachen tellerartigen Verflüssigungszonen. [1. VII.]

b) 70 fache Vergrösserung: Aufliegende Kolonien: Rundlich, schwach gelblich bis bräunlich mit zarter durchscheinender Randzone. Struktur mittel grobkörnig, nach der Peripherie hin ein wenig feinkörniger. [1. VIII.] Tiefliegende Kolonien: Rundlich bis wetzsteinförmig, dunkelgelb bis braun, Struktur feinkörnig, der Rand fast glatt.

Gelatinestich: Längs des Stichkanals von 2. — 3. Tage ab Verflüssigung. Die Verflüssigungszone konisch bis sackförmig, im späteren Stadium cylindrisch. Trichterinhalt grauweiss, wolkig getrübt, am Boden

des Trichters setzt sich weisslich bis orangegelber Farbstoff in Klümpchen ab. Die Verflüssigungsintensität schwankt in sehr weiten Grenzen, im Minimum gleicht sie dem Vibrio cholerae, im Maximum dem Vibrio proteus.

Agarplatte:

a) Natürliche Grösse: Die oberflächlichen Kolonien rund bis rundlich, orangegelb, saftig glänzend, flach erhaben, bis zu 4 mm im Durchmesser. Tiefliegende rundlich bis wetzsteinförmig, ebenso gefärbt oder etwas dunkler; werden nie so gross als die oberflächlichen. [1. V.]

b) 60fache Vergrösserung: Oberflächliche Kolonien rund, fast oder ganz glattrandig mit durchscheinender zart punktierter Randzone, orangegelb, nach der Mitte zu homogen grau schattiert, zuweilen mit einem dunkler gefärbten Ring in der Nähe der Peripherie. Tiefliegende Kolonien teils rundlich, teils wetzsteinförmig, dunkelgraugelb, undurchsichtig, am Rande oft etwas gröber gekörnt. Oft finden sich im Agar ausgebreitete hellgelbliche runde durchscheinende Kolonien von starker Granulierung. [1. VI.]

Agarstich: Im Stichkanal unscheinbares Wachstum, erst fadenförmig, später schwach gekörnt. Oberflächenansicht: Rundlich, gleichmässig erhaben mit glattem, etwas gebuchteten Rand, fettglänzend, orangegelb. [1. III.]

Agarstrich: Entsprechend der Auflage im Stich. Kondenswasser getrübt. Bodensatz weissorange. [1. II.]

Bouillonkultur: Bouillon stark gleichmässig getrübt. An der Oberfläche bildet sich ein zartes Häutchen. Bodensatz mässig, bei Aufschütteln löst er sich in winzige Flöckchen auf. In Zuckerbouillon ebenso.

Milchkultur: Nach Passet und unseren Beobachtungen gelatinös bis kompakt in 1—8 Tagen geronnen. Nach Tavel flockig.

Kartoffelkultur: Auf den Strich beschränkt, anfangs weisslich, später mattorangegelb; etwas erhaben und wenig krümelig, glänzend; alte Kulturen breiter, dunkelorange trocken. [1. IX.]

Lebensdauer und Widerstandsfähigkeit:

a) Im Körper: Mehrere Fälle, in denen sich St. nach sehr langen Zeiträumen (10—35 Jahren) lebend in Herden gefunden haben (Osteomyelitis), die während dieser Zeit eingekapselt gewesen waren, scheinen sehr lange Lebensdauer zu beweisen.

b) In Kulturen sehr lebenszäh. Noch nach vielen Monaten stets lebendig.

Widerstandsfähigkeit gegen

a) Austrocknen: Nach Hägler 56—100 Tage in eingetrocknetem Eiter lebendig.

b) Trockene Hitze: Nach Lübbert bei 80° in 1 h getötet, erst bei 110—120° rasch.

c) Feuchte Hitze: 70° tötet schon sehr rasch.

d) Kälte: In Eis 66 Tage lebensfähig (Prudden).

e) Desinfektionsmittel wirken ziemlich langsam. 1 ‰ Sublimat tötet in Bouillonkulturen noch nicht binnen 5 Minuten.

Chemische Leistungen:

a) Farbstoffbildung: Bildet orangegelben Farbstoff aus der Carotingruppe (vgl. pg. 61), aber nur bei Sauerstoffzutritt. Nach Lübbert und F. Gärtner geradezu Farbstoffbildung um so stärker, je grösser der Sauerstoffgehalt der Luft.

b) Geruch- und Gesckmackstoffe: Agarkulturen riechen nach Leim oder nach verdorbenem Sauerteig oder Kleister (Becker, Passet).

c) Gas- und Säurebildung aus Kohlehydraten: Ziemlich kräftige Säurebildung aus Trauben und Milchzucker, aber keine Gasbildung. Es entsteht aus Milchzucker: Milchsäure und flüchtige Fettsäure; aus Dextrose: Milchsäure, Essigsäure und Valeriansäure; aus Glycerin: Milchsäure, Isobuttersäure, Valeriansäure und Propionsäure. (Terni.) Derselbe konnte keine Toxalbumine isolieren und schrieb deshalb die Wirkung diesen sauren Stoffen zu! (1893. 18.)

e) Schwefelwasserstoff: Rasch und reichlich.
f) Indol: Wenig.
g) Keine Harnstoffzerlegung. Barlow findet ihn in der Regel schwach, ausnahmsweise stark harnstoffzerlegend. Wir fanden das erstere.
h) Gifte: Siehe Tierversuche.

Vorkommen

a) ausserhalb des Organismus: In Milch, Spülwasser, Schmutzwasser (wenig in reinem Wasser und Boden), Luft weitverbreitet. Die Mikroorganismen in der Luft der chirurg. Operationssäle bestehen zu 10 % aus Mic. pyogenes (vergl. Ullmann. Z. H. IV. 174).
b) Im gesunden Organismus: Auf der Haut, speciell der Kopfhaut, Mundhöhle, Scheide; nicht selten im Cervix uteri. Milch gesunder Wöchnerinnen.
c) Im kranken Menschen: In allen mit Eiterung oder auch nur Entzündung verlaufenden Prozessen in den verschiedensten Körperregionen können Staph. die Ursache sein, und sind es in einem grossen Prozentsatz allein. In anderen Fällen wirken sie mit dem Streptococcus pyogenes, St. lanceolatus, Bact. coli, Bact. typhi etc. zusammen. Es muss aber stets festgehalten werden, dass die letztgenannten Organismen (nebst einigen andern) ebensogut allein Eiterung erregen können.

Besonders häufig von Staphylokokken bedingt sind folgende Affektionen: Akne der Talgdrüsen, Sykosis der Haarfollikel, Hydradenitis der Schweissdrüsen, Pemphigus[1]), Phlegmone, Furunkel, Abscess, Periostitis, Osteomyelitis, Septicopyaemie.[2])

Selten verursachen sie Erysipel (Jordan). Auch fibrinöse Entzündung kann hervorgerufen werden (Guth-

---

[1]) Vergl. auch pag. 193.

[2]) Sahli hat ihn in einem Fall als Erreger des Gelenkrheumatismus in den Gelenken nachgewiesen. Singer hat in 17 Fällen von schwerem und leichtem Gelenkrheumatismus stets Staphylokokken oder Streptokokken (seltener) aus dem Harn gezüchtet. Die Keime waren reichlich während der Krankheit vorhanden und schwanden mit der Genesung. (C. B. XVIII. Ab. I. 130).

mann). Gradenigo u. Maggiora beobachteten Croup der Nasenschleimhaut durch Staph. (C. B. VIII. 641).

Entzündungen wie: Pleuritis u. Pericarditis, Pneumonie, Meningitis, Hepatitis etc. etc. erregt der Mic. pyogenes auch, aber seltener als andere Arten. (Strept. lanceolatus, Strept. pyogenes etc.)

d) Im kranken Tier: Gerade wie beim Menschen als Eiterungserreger. Angaben, dass die Tiere andere Eitererreger hätten wie der Mensch, sind irrtümlich. Ursache einer epidemischen Gänseosteomyelitis (Lucet) und Gründlingskrankheit (Charrin) in Frankreich.

Experimentelle Erfahrungen über Pathogenese:

a) Mit lebenden Kulturen. Es schwankt sowohl die Disposition verschiedener scheinbar gleicher Versuchstiere als die Virulenz des Microorganismus selbst ganz ausserordentlich. Die Disposition ist grösser: Bei jungen, bei anämischen, bei diabetischen Tieren.

Die Virulenz des Mikroorganismus ist, frisch aus dem Tier oder Menschen gewonnen, häufig erheblich, aber auch in diesem Falle von sehr grosser Verschiedenheit, manchmal geradezu gering. Durch Kultur auf unsern künstlichen Nährböden nimmt sie rasch ab. Durch fortgesetzte Uebertragung von Tier zu Tier in tödlicher Dosis steigt die Virulenz für die betreffende Species (Terni). Auch durch gleichzeitige Mitverimpfung anderer Bakterien (Ortolani und De Blasi), oder von Stoffwechselprodukten derselben (z. B. des Bact. vulgare). Ebenso wirkt fortgesetzte anaërobe Kultur Virulenz steigernd. Die Intensität der Verflüssigung der Gelatine geht nach vielen Autoren ungefähr, aber nicht sicher der Pathogenität parallel.

Bei höchster Virulenz erregt der Staph. lokal keine Eiterung, sondern ein gallertartiges Oedem, Nierenhaemorrhagien, häufig entzündliche Veränderungen an den Herzklappen und an der Aorta.

Die Tiere sind in folgender absteigender Reihenfolge für Staphylokokkeninfektion empfänglich: Pferd, Hund, Mensch, Rind, Ziege, Schaf, Kaninchen, Meerschweinchen, Maus. — Bei den letztgenannten Geschöpfen sind zahlreiche Keime zur Infektion notwendig.

Subkutane Injektion liefert Abscesse, aber es sind dazu von nicht hochvirulenten Kulturen für das Kaninchen ziemlich grosse Pilzzahlen nötig (nach Herman 50·000·000 Individuen = 1 cbcm Kultur.)

Intraperitoneal werden vom Kaninchen grosse Mengen (13 cbcm und mehr) ertragen; von Pleura und Lungenoberfläche hat man öfters Infektion erzielt.

Intravenöse Injektion macht Endocarditis namentlich nach vorheriger Verletzung einer Herzklappe, ausserdem meist Nephritis. Die hyperaemische Niere zeigt makroskopisch in der Marksubstanz gelbliche, keilförmige Herde; in ihrem Bereich sind die geraden Harnkanälchen teils mit Cylindern, teils mit Kokken gefüllt, teils leer und komprimirt, im Harn finden sich die Kokken.

Injektion in Gelenke macht Vereiterung.

Am Menschen hat man durch Einreiben in die Haut Akne, Furunkel und Phlegmonen erzeugt.

b) Mit Stoffwechselprodukten: Die filtrierten Bouillonkulturen enthalten toxische Stoffe von intensiver Wirkung. — Injektion in die Bauchhöhle bedingt beim Hunde eine serösblutige Peritonitis, Ekchymosen in Serosa und Schleimhaut des Darms, Tod unter blutigen Diarrhoeen. — Durch geeignete Modifikation der Giftigkeit, Menge etc. der injizierten Stoffwechselprodukte konnte Kraft alle Formen der typischen Peritonitis hervorbringen.

Subkutane Injektion der filtrirten Bouillonkulturen bringt alle Uebergänge von einer teigigen Geschwulst, die sich ohne Eiterung zurückbildet, bis zu typischer Eiterung, ja bis zur haemorrhagisch-

fibrinösen nekrotisirenden Entzündung hervor — je nach der Virulenz der verwendeten Keime.

Nach Viquerat (Z. f. B. XVIII. 487) enthält die Bouillonkultur keine specifischen Giftstoffe, nur pyogene Körper, wie sie weitverbreitet sind.

Bei wiederholter Injektion sterilisierter oder filtrierter Kulturen fanden verschiedene Autoren ganz verschiedene Resultate; — um nur 2 Beispiele anzuführen:

Reichel beobachtete eine mehr oder weniger grosse Festigkeit gegen das interperitoneal injizierte Staphylokokkengift an Tieren, die er längere Zeit in Intervallen von 2—5 Tagen mit filtrierter oder sonstwie sterilisierter Bouillon oder Gelatinekulturen intraperitoneal injiziert hatte — ja sogar eine relative Immunität gegen die Eiterkokken selbst.

Nannotti sah an mehrmals mit Stoffwechselprodukten injizierten Tieren nur chronische Intoxikation und keine Immunisirung.

Nach Rodet und Courmont erklärten sich die Widersprüche durch die gleichzeitig, aber in verschiedenem Verhältnis vorhandene Anwesenheit einer immunisirenden und einer praedisponirenden Substanz, erstere im Alkoholniederschlag enthalten, letztere im Alkohol löslich. Tavel gelang es aber auch nicht, mit dem Alkoholniederschlag Imunisirung zu erreichen, sondern die Tiere starben entweder an chronischer Intoxikation oder erlagen doch einer nachträglichen Infektion mit virulenten Kokken.

Specielle Kulturmethoden: Isolierung am raschesten durch Agarplatten bei Bruttemperatur, die Kartoffelkultur orientiert am besten über die Farbstoffbildung. Milchkulturen und Tierversuche notwendig.

Micrococcus pyogenes. (Rosenbach.) Lehm. et Neum. γ. **albus.**

In allen Stücken dem M. pyogenes α aureus gleich. Vergl. 2 I und II die Abbildungen und die Bemerkungen pag. 165 und 166.

Micrococcus pyogenes. (Passet.) Lehm. et Neum. β. **citreus.**

Wir haben diesen Organismus nur an einer von C. Fränkel erhaltenen Kultur studiert und ihn (p. 163) als mit

Mic. flavus identisch bezeichnet. Er zeigte keine Milchkoagulation und langsame Verflüssigung der Gelatine mit Luftblasenbildung. Es soll aber auch Mic. pyogenes citreus geben, der abgesehen von der Farbe ganz mit Mic. pyogenes aureus stimmt.

Dem Micrococcus pyogenes. Ros. (Lehm. et Neum.) **verwandte** resp. **identische Arten.**

Staphylococcus cereus flavus Passet[1]) }
Staphylococcus cerus albus Passet } verhältnissmässig selten aus Eiter gezüchtet.

Im Gelatinestich oberflächlich als mattglänzender wachstropfenartiger Belag mit etwas verdicktem Rand. Beide Arten sind dem M pyogenes β citreus und γ albus sehr nahe verwandt. Sie gelten vielfach als Formen desselben, unterscheiden sich nach der dürftigen vorliegenden Beschreibung durch fehlende Verflüssigung und fehlende oder sehr schwache Pathogenität.

Ohne diese Deutung als unrichtig bezeichnen zu können, verweisen wir auf unsere Notiz (154), dass Mic. cereus albus von uns, abgesehen von geringerer Grösse als identisch mit Mic. candicans Flügge befunden wurde. Mic. cereus flavus kennen wir nicht, er könnte aber sehr wohl zu Mic. sulfureus Zimmermann gehören.

Auffallend ist allerdings, was pag. 62 über die vom Staph. pyogenes α aureus abweichende Eigenschaft des gelben Pigments gesagt wird.

Staphylococcus pemphigi neonatorum:[2]) Almquist. (Z.H.X.)

Nach Strelitz (C B. XIII. 107) ist der Mic. pyogenes selbst die Ursache des Pemphigus und kann — aus Pemphigusblasen gezüchtet — zu deren Reproduktion dienen. Aehnliches fanden andere: z. B. Bodenstab.

Micrococcus Biskra Heydenreich. (Erreger des „Pende'schen Geschwürs, des tropischen Geschwürs, der Dehli Beule, des ‚Clou de Biskra' etc.) — Ist nach der Be-

[1]) Tavel erwähnt noch einen **Staph. griseus**, ebenfalls aus Eiter stammend.

[2]) Verschieden hiervon scheint der **Diplococcus pemphigi acuti** Demme. (Siehe Eisenberg p. 228), der nur bei Bruttemperatur wächst.

schreibung von Heydenreich von dem M. pyog. α aureus nicht zu unterscheiden, (C. B. V. 163), die Angabe von Chantemesse (C. B. V. 221), dass er Gelatine sehr langsam verflüssigt, stimmt auch für viele Rassen von Micr. pyogenes, weiter gibt Ch. als Unterschied von Mic. pyogenes an, dass er weisslich auf Agar und sehr üppig, rasch wässerig und orangerot auf Kartoffel wächst. — Diese Merkmale genügen nicht zur Trennung, zumal Heydenreich seine Kartoffelkulturen nicht wesentlich anders beschreibt als die des Mic. pyogenes. Raptschewsky erklärt (C. B. VI. 504) den Mic. Biskra = Mic. pyogenes und möchte lieber einen Streptococcus als Erreger der Krankheit beschuldigen.

Der **Erreger der Hundestaupe** soll nach Zielenski, L. Nencki und Kampinski dem Mic. pyogenes γ albus sehr nahe stehen; — er unterscheidet sich durch lebhaftes Vermögen, Traubenzucker zu vergären besonders. — Diese Krankheit soll unter Tenonitis, Fieber, Appetitlosigkeit, Muskelschmerzen, Tracheobronchitis auf den Menschen übergehen. (C. B. XVI 839). Vergl. auch Matthis (C. B. III 343), Marcone und Meloni (C. B. V. 579.)

Micrococcus liquefaciens conjunctivae Gombert. Könnte sehr wohl Mic. pyog. γ. albus sein. Vergl. Eisenberg 301.

Micrococcus flavus conjunctivae Gombert. Scheint dem Micr. pyogenes α aureus zu entsprechen. Vergl. Eisenberg 302.

Staphylococcus salivarius pyogenes Biondi. Eisenberg 309.

Der **Erreger eines umgrenzten Haarausfalls** ohne Verfärbung des Haarbodens, ohne Tendenz zur Ausbreitung ist nach Vaillard und Vincent ein weisser, Gelatine verflüssigender Micrococcus von 1 μ Durchmesser, dessen Wachstum durchaus wie das des Mic. pyogenes γ. albus geschildert wird. (A. P. 1890.) (Litteratur bei Hollborn C. B. XVIII. 47 446.)

Micrococcus aurantiacus. Cohn.

Eine orangegelb wachsende Art aus Luft, mit „elliptischen“ Zellen kennen wir nicht. Was wir einmal aus Luft orangegelb erhielten, verhielt sich wie ein Micrococcus pyogenes α. aureus, der die Verflüssigungsfähigkeit eingebüsst hat. Ein von Král bezogener Mic. aurantiacus Cohn war von Mic. candicans nicht zu unterscheiden.

Micrococcus bicoloc. Zimmermann (in sched.)

Runde Kokken, 1,2—1,6 μ. Gelatineplatte: Anfangs gelbliche saftig erhabene, später orangegelbe, langsam einsinkende, fettglänzende runde Kolonien, daneben genau gleiche von weisser Farbe. Bei $\frac{60}{1}$ glattrandig schwach granuliert. Gelatinestich: Auflage gelblichweiss, langsam schalenförmige Verflüssigüng, Stich fadenförmig. Agarplatte: Wie Gelatine zeigt auch graue und gelbe Kolonien nebeneinander. Agarstrich: Saftige, weisslich graugelbliche Auflagerung mit orangegelben Inseln und Zipfeln; die Auflage des Agarstichs zeigt stets abwechselnd mehr oder weniger ausgebildete graue und orange Sektoren. — Ob man von grauen oder gelben Plattenkolonien abimpft, stets erhält man zweifarbige Abimpfungen. Bouillon: Diffus getrübt mit mässigem, festem Bodensatz. Milch wird eine Spur sauer, bleibt flüssig. — Es wird auf 2% Peptonbouillon eine Spur Schwefelwasserstoff und Indol gebildet. Diesen von Zimmermann aus Leitungswasser isolierten Organismus haben wir übereinstimmend aus Mageninhalt isoliert. — Sehr nahe verwandt damit ist **Micrococcus crêmoides** Zimmermann. Die von Z. erhaltene Kultur konnten wir gar nicht unterscheiden.

Micrococcus roseus. (Bumm.) Lehm. et Neum.

Synonyme: Diplococcus roseus (Bumm.) Flügge. Vergl. Schluss des Abschnitts.

Mikroskopisches Aussehen: Runde bis unregelmässig rundliche Kokken (0,6—1,0 μ), häufig mit ziemlich breiter Teilungslinie in den Kokken [3. VIII], anderemale liegen mehr ungeteilte Kugeln zu zweien und in kleinen Häufchen beisammen [3 IV].

Eigenbewegung fehlt. Vergleiche jedoch pag. 177 u. 178.

Anforderung an Sauerstoff, Nährboden und Temperatur: Wächst auf allen Nährböden langsam, am besten bei Zimmertemperatur, bei 37 °. In Schüttelkulturen wachsen nur die oberfl. Kol., die tieferen nur sehr schwach. Farbstoffbildung nur bei Luftzutritt.

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Aufliegende wie innenliegende Kolonien unregelmässig rundlich, klein, rosarot. Bei sehr langem Stehen werden die Aufliegenden etwas grösser, flach erhaben, glänzend, die Tiefliegenden bleiben im Wachstum

sehr zurück. Nach wochenlangem Stehen sinken die Aufliegenden allmählich in die Gelatine ein.

b) 50 fache Vergrösserung: Runde oder rundliche Kolonien, fast glattrandig. Mittelfeinkörnig punktiert; blassrosa bis rosa gefärbt. Die Tiefliegenden sehen ebenso aus, sind nur kleiner. [4. VII.]

Gelatinestich: Stichkanal: Fadenförmig. Nach vielen Wochen beginnt die Gelatine cylindrisch sich zu verflüssigen. Nach 3 Monaten ist die Kolonie etwa 1 cm tief eingesunken. Oberflächenansicht: Rundlicher, zuweilen gelappter, rosenroter Belag, welcher später, beim Verflüssigen der Gelatine sich fast ganz auflöst. [4. I.]

Agarplatte:

a) Natürliche Grösse: Wie Gelatine.

b) 50 fache Vergrösserung: Aufliegende: Runde oder rundliche Kolonien mit glattem oder etwas welligem Rand. Gelblich bis rosa von zartester Punktierung [4. VI] bis grober Granulierung [4. V], durchscheinend, nach dem Innern zu intensiver gefärbt.
Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig, glatt oder am Rande gekörnt, äusserst feinkörnig [4. VI] bis grobkörnig [4. VII]; undurchsichtig, dunkler gefärbt als die Aufliegenden.

Agarstich: Stichkanal: Fadenförmig, nach längerem Stehen körnig [4. III]. Oberflächenansicht: Rundlich, flach erhaben, fettglänzend, rosarot, von butterartiger Konsistenz [4. IV.]

Agarstrich: Wenig ausgebreitete Kolonie, glattrandig, gewellt. Kondenswasser klar, rötlicher Bodensatz [4. III.]

Bouillonkultur: Klar (nur selten schwächer oder stärker getrübt), Bodensatz rötlich, von mässiger Menge und Kohärenz.

Milchkultur: Nach 6 Tagen bei 37° Milch fest geronnen.

Kartoffelkultur: Auf den Strich beschränkt, matt rosa,

fett glänzend, ziemlich erhaben, oft von einer weisslichen glänzenden Zone umgeben.

Besondere Nährböden: Züchtet man den Micr. roseus auf den Kulturen eines Vertreters der Subtilis- oder Milzbrandgruppe, dann entwickelt sich seine Kolonie bedeutend üppiger und nimmt eine intensivere Farbe an (4. IX). (Wohl wegen Alkalescenz der Kartoffel.)

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Sehr häufiger und verbreiteter Luftorganismus, fehlt in Würzburg kaum je auf einer Luftplatte.

b) Im Organismus: Nicht nachgewiesen.

Wir haben diesen wohl zuerst von Würzburg aus als „rosenfarbiger Diplococcus" von Bumm beschriebenen Pilz genau mit folgenden bezogenen Arten verglichen:

1) Micrococcus agilis Ali-Cohen von Prof. Zimmermann in Chemnitz isoliert.
2) Micrococcus agilis Ali-Cohen — hygienisches Institut Berlin.
3) Micrococcus roseus (Autor?) von Prof. A. Fischer in Leipzig.
4) Micrococcus tetragenus ruber. Von Král in Prag.
5) Staphylococcus roseus Tavel. Von Prof. Tavel in Bern erhalten.
6) 7) 8) 9) Mit 4 im Anfang etwas verschieden auf der Platte aussehenden Luftmikrokokken von Würzburg.
10) Einem roten Micrococcus aus dem Magen.

Das Resultat dieser Vergleichung war, dass diese 10 Organismen alle zu Micrococcus roseus gehören,[1]) von dem wir eine Varietät ziemlich scharf trennen können:

Micr. roseus Lehm. et Neum.

α) **typicus.** Agarstrich rosa bis carmin, seltener weisslichrosa. Strich auf der Subtilis-Kartoffel (vergl. oben) tief karminrot. Milch unverändert mit schön rosenrotem Bodensatz. Hierher Mic. agilis von Zimmermann in Berlin und 3 unserer Luftkokken.

β) **roseo-fulvus.** Agarstrich rotgelb bis mennigrot, Strich auf der Subtilis-Kartoffel orangerot. Milch unkoaguliert, mit gelbroter Rahmschicht und gelbrotem Bodensatz.

Hierher nach unseren Untersuchungen: Mic. tetragenus ruber Král, Micr. roseus A. Fischer, Staphyl. roseus

---

[1]) Der Beschreibung nach dürfte auch M. cinnabareus Flügge, cinnabarinus Zimmermann, M. carneus Zimmermann, sich den beiden von uns unterschiedenen Varietäten einreihen lassen.

Tavel und einer unserer Luftkokken; vielleicht auch der Mic. fulvus Cohn, der ganz ungenügend beschrieben ist.

Aber wir müssen noch einen Schritt weiter gehen, auch die **Sarcina rosea** Schröter (vergl. pag. 147) steht mit den geschilderten Arten in nächster Beziehung. Die von Král bezogene Sarc. rosea (sie gehört zur Varietät roseo—fulva) bildete auf flüssigen Nährböden, aber nicht auf festen, schöne Sarcineballen — war aber sonst (vergl. pag. 147) nicht zu unterscheiden. Als wir darauf unsere 10 roten Kokken 1 Monat auf Heudekokt hielten, bildete eine unserer gelbroten Formen (aus Luft), typische Sarcinepackete, während die andern es nur zur Bildung von Tetraden gebracht hatten.

Also auch die Sarcina rosea kann als **forma sarcinica** des Micrococcus roseus aufgefasst werden.

Eine besondere Erklärung erheischt unser Standpunkt gegenüber dem interessanten, in Wasser von Ali-Cohen und Zimmermann gefundenen:

Mic. agilis Ali-Cohen. (C. B. VI. 33.)

Wir hatten ihn (Tafel 3) genau abgebildet nach der von Zimmermann erhaltenen Kultur — n i e konnten wir aber E i g e n b e w e g u n g, n i e eine G e i s s e l sehen. Nicht besser erging es uns mit der Berliner Kultur, trotz aller Bemühungen, Züchtungen auf 5% schrägem Milchzuckeragar, auf Zuckerheudekokt, Bouillon etc., Verwendung hoher und niederer Temperaturen, junger und alter Kulturen u. s. f. Beide Kulturen sind von unserem M. roseus nicht zu unterscheiden, die abgebildete schöne Zonenbildung kommt auch bei unserer Form α typicus (pag. 177) gelegentlich vor.

Da absolut nicht zu bezweifeln ist, dass Ali-Cohen Eigenbewegung gesehen, Löffler, Migula und Andere lange Geisseln gefärbt haben, so können wir zur Zeit unseren Mic. agilis nur als einen Mic. roseus auffassen, der einmal Geisseln besessen und sie dann wieder verloren hat.

Wir sind uns der prinzipiellen Bedeutung unserer Beobachtung für die Systematik bewusst, betrachten doch mehrere Forscher die Geisseln als ein sehr wichtiges und konstantes diagnostisches Hilfsmittel. Migula hat auf den M. agilis ein Genus P l a n o c o c c u s

begründet; ohne unsere Beobachtungen hätten wir zugestimmt. Im Besitze derselben scheint uns aber unsere Auffassung zur Zeit natürlicher als die andere mögliche, dass der Planococcus agilis durch Verlust seiner Geissel zwar nicht mehr unterscheidbar sei vom Mic. roseus, dass er aber dennoch einem verschiedenen Genus angehöre.

Mic. cerasinus. (List.) Lehm. et Neum.

Micrococcus cerasinus siccus List. (Adametz: Bact. der Trink- und Nutzwässer).

Sehr kleiner Coccus von 0,3 μ. Auf Gelatine kirschrot ohne Verflüssigung, auf der Kartoffel trockene, ausgebreitete Auflagerungen von kirschroter Farbe. Farbstoff in Alkohol und Äther unlöslich. — In Wasser, uns unbekannt.

Micrococcus erythromyxa. Overbeck.

Vergl. Sarcina Erythromyxa pag. 147; die Sarcinenbildung scheint zuweilen ganz zu fehlen.

Micrococcus cyaneus. (Schröter.) Cohn.

Gesättigt kobaltblaue Überzüge bildend, Farbstoff in Wasser löslich durch Säuren rot, durch Alkalien wieder blau. Schröter beschreibt davon auch eine Varietas pseudo-cyanea, die anfangs spangrünen Farbstoff bildet, der entweder spangrün bleibt oder später blaugrün bis blau wird. Bisher weiter nicht beschrieben. Luft von Breslau.

Anhang zu den Mikrokokken.

Im Rahmen dieser Darstellung müssen sich mit einer Erwähnung begnügen die bisher erst von einem oder wenigen Autoren beobachteten angeblichen Erreger:

1) des **Maltafiebers. Micr. melitensis** Bruce. Kleine, sehr langsam weiss auf Agar im Brutschrank wachsende Kokken, einzeln und doppelt, sehr selten in kurzen Ketten. Nicht nach Gram färbbar. Affen erkranken, Mäuse und Meerschweinchen immun. Bruce A. P. VII. 289;
2) der **Parotitis epidemica.** Laveran fand (Compt. rend. de la soc. de Biolog. 1893 p. 95) in 92 Fällen von Mumps 67 mal in Blut und Organen Diplokokken. Dieselben töten Mäuse, machen bei Kaninchen und Hunden eine vorübergehende Hodenentzündung — was ja bei der Parotitis ein häufiges Symptom ist;
3) des **Beri-Beri** nach Musso und Morelli (Compt. rend. de la soc. de Biolog. 1893, p. 18). Organismus steht der

Beschreibung nach dem Mic. pyogenes α. aureus nahe. Tierversuche sollen gelungen sein;

4) des **Trachoms** nach J. Michel. (C. B. I. 22). Tulpenartige Einziehung der Gelatinestichkultur. Uebersichtsreferat bei Schläfke (C. B. II. 45);

5) des Keuchhustens. Verschiedene Forscher so z. B. M. Cohn u. H. Neumann (C. B. XVIII. 594) sind geneigt, sehr kleine Kokken resp. Diplokokken für die Ursache zu halten. Bisher sind sie nicht kultiviert.

Ritter beschuldigte grössere Diplokokken, Afanassieff Stäbchen — nach Cohn und Neumann mit Unrecht.

Ein Urteil über die Bedeutung dieser Arten vermögen nur weitere Untersuchungen zu verschaffen.

Zuletzt mag noch erwähnt sein eine interessante aber wenig bekannte Art:

Ascococcus cantabridgensis. Hankin.

Cohn hatte in seiner Systematik ein Genus mit dem von Billroth für eine Wuchsform seiner Coccobacteria septica gewählten Namen Ascococcus bezeichnet. Er versteht darunter Kokken, bei denen die Kolonien

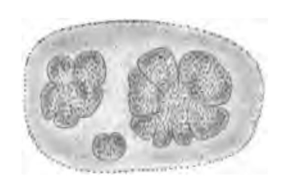


Fig. 15.
Ascococcus Billrothii Cohn (nach F. Cohn).

durch eine gallertige bis knorpelige Hülle zu einer festen Masse verbunden sind. (Cohn's Beiträge I. 154.)

Von Cohn ist als **Asc. Billrothii** F. Cohn eine hierhergehörige Art kurz beschrieben, mit rundlichen Kokkenkolonien in sehr derber Kapsel.

Neuerdings hat Hankin eine verwandte Art in dem Munde eines Cambridge'er Studenten gefunden und kurz nach den neueren Methoden untersucht. Der Organismus bedeckt schräg erstarrten

Agar rasch mit einem durchscheinenden, schleimigen, sehr zähen Ueberzug von gelblich weisser Farbe, wächst ziemlich langsam in Bouillon und Gelatine. Von Asc. Billrothii unterscheidet er sich durch die längliche Gestallt seiner Individuengruppen und die weniger deutlich sichtbare Kapsel. — Dieses „Genus" erheischt dringend eine neue Bearbeitung. Hierhergehörig scheint Micrococcus ascoformans Johne p. 164.

II. Familie Bacteriaceae Zopf em. Migula.

Familiendiagnose siehe pag. 103.

1. Bacterium.[1])

Zellen mindestens $1^{1}/_{2}$ mal, meist aber 2—6 mal so lang als breit, gerade oder in einer Ebene gekrümmt (vergl. pag. 103), zuweilen lange echte oder Scheinfäden bildend, mit oder ohne Geisseln. Stets ohne Endosporen, für einzelne Arten sind Arthrosporen beschrieben.

Sporenfreie Kurzstäbchen sind viele Hunderte beschrieben und das Verlangen, dieselben in ein natürliches, rein auf morphologische Eigenschaften gegründetes System zu ordnen, wird lebhaft empfunden. Das einzige in Frage kommende Merkmal sind die Geisseln, und wir gestehen, dass uns die von A. Fischer und Migula auf die Geisseln begründeten Systeme eine Zeit lang sehr sympathisch erschienen, bis wir uns selbst lebhaft mit Geisselfärbung beschäftigten. Die Ergebnisse dieser eingehenden und sorgfältigen Studien waren aber leider nicht dazu angethan, uns heute schon die Aufstellung eines auf Zahl und Anordnung der Geisseln gegründeten Systems zweckmässig erscheinen zu lassen. Vor allem sind in der Litteratur erst sehr wenige Angaben über Geisseln enthalten, und eine Menge von unzugänglichen Arten wären gar nicht einzuordnen. Zweitens beobachteten wir, dass nächst verwandte Arten, so aus der Coligruppe, in monotrichen und peritrichen Formen auftreten.

---

[1]) Die „Bakterien" der Tuberkulose und Diphtherie und ihre nächsten Verwandten sind in Anhang I Hyphomycetes zu suchen. Vergl. pag. 108.

Schlimmer erschien noch, dass wir Bacterium janthinum peritrich fanden, während eine andere Form desselben eingeisselig oder mit einer end- und einer seitenständigen Geissel gefunden wurde. Migula hat es mit einer polaren Geissel gefunden.

Dazu kommen die Erfahrungen, die wir über den dauernden Verlust der Geisseln bei Micrococcus agilis Ali-Cohen, Micrococcus citreus agilis Menge, Sarcina mobilis gemacht und oben mitgeteilt haben. Haben wir auch nichts ähnliches bei Bacterium beobachtet, so fanden wir doch bei Germano und Maurea die Angabe, dass sie zweimal unbewegliche Typhusstämme beobachtet haben. (Vergl. auch bei Bacillus).

Endlich fürchteten wir, den Anfänger von Bestimmungsversuchen abzuschrecken, wenn wir ihm in den Bestimmungstabellen als erste Frage, die nach Beschaffenheit und Zahl der Geisseln vorlegten, denn wenn auch die Geisselfärbung keine besondere Kunst ist, erfordert sie doch Sorgfalt und Geduld und liefert auch dem Geübten lange nicht regelmässig gute Bilder.

Wir haben deswegen — so ungern wir es thaten — die Farbstoffbildung als ersten Gesichtspunkt bei der Einteilung der Bakterien wählen müssen, obwohl wir gut wissen, und es auch stets aussprechen, wie leicht bei einigen Arten die Farbstoffbildung verloren geht. Nach unserer Ueberzeugung würde aber zur Zeit die richtige Bestimmung eines farblos gewordenen Bact. janthinum, syncyaneum u. s. f. (fast) unüberwindliche Schwierigkeiten machen, man mag den Bestimmungsschlüssel konstruieren, wie man will.

Schlüssel zur Bestimmung der wichtigsten Arten des Genus Bacterium.

I. Ohne Farbstoffbildung auf Gelatine und Agar. Kartoffelkultur weiss, grau, gelb, bräunlich bis rotgelb.

A. Auf den gewöhnlichen Nährböden erst wachsend, wenn man dieselben mit Blut bestreicht, dann zarte, farblose tröpfchenartige Kolonien bildend.

Bact. influenzae (R. Pfeiffer.) Lehm. et Neum.

B. Gut auf den gewöhnlichen Nährböden wachsend:

a) Kolonien auf der Gelatineplatte rund oder rundlich makroskopisch und mikroskopisch deutlich zu sehen, ohne korkzieherförmige, bandartige oder strahlige Zoogloeen, niemals Aestchenbildung im Gelatinestich.

I. Gelatine nicht verflüssigt, Organismus geissellos, nicht beweglich.

α) Kartoffelkulturen weiss, gelbgrau bis erbsengelb. Nahe verwandte Arten.

+ Aus Traubenzucker wird kein sichtbares Gas gebildet.[1])

o Nach Gram unfärbbar. Mässige Säurebildung aus Trauben und Milchzucker. Milch oft nicht koaguliert. Kartoffelwachstum meist dürftig, weissgrau. **Bact. septicaemiae haemorrhagicae** Hüppe.[2])

oo Nach Gram färbbar, Wachstum auf festen Nährböden kümmerlich, starke Säurebildung aus Zucker, Milch koaguliert. **Bact. Güntheri.** Lehm. et. Neum.

ooo Nach Gram färbbar. Wachstum auf festen Nährböden üppig, keine Säurebildung aus Milchzucker. Milch wird schleimig. **Bact. lactis viscosum** (Adametz.) Lehm. et Neum.

++ Aus Traubenzucker wird sichtbares Gas gebildet:

o Nach Gram färbbar. Milchzucker kräftig zersetzt. Milch koaguliert. **Bact. acidi lactici.** Hüppe.

oo Nach Gram nicht färbbar.

× Bei Sauerstoffzutritt Lichtproduktion. **Bact. phosphorescens.** B. Fischer.

×× Bei Sauerstoffzutritt keine Lichtproduktion. (Gruppe des Bact. pneumoniae Friedländer.)

α) Milchzucker unter Gasbildung zersetzt. Milch koaguliert. **Bact. lactis aërogenes** Escherich.

β) Milchzucker ohne Gasbildung zersetzt. Im Tier Kapselbildung. **Bact. pneumoniae.** Friedl.[3])

---

[1]) Vergl. die Bemerkungen über unsere entgegengesetzten Befunde bei der Löffler'schen Schweineseuche.

[2]) Siehe auch **Bact. haemorrhagicum** (Kolb) Lehm. et Neum. und **Bacterium pestis** Lehm. et Neum.

[3]) Vergl. **Bact. rhinoscleromatis** und **Bact. ozaenae.**

γ) Junge Kartoffelkulturen honiggelb, ältere braungelb bis braunrot, flach, keine Zuckervergärung. Charakteristische Pathogenität für Meerschweinchen. **Bact. mallei.** (Löffler.) Lehm. et Neum.

II. Gelatine nicht verflüssigt, Organismen durch mehrere peritriche, selten nur eine oder wenige polare Geisseln beweglich.

α) Kein Zucker unter Gasbildung zersetzt, Milch nicht koaguliert, keine Indolbildung.
Bact. typhi. Gaffky, Eberth.

β) Traubenzucker unter Gasbildung zersetzt, Milchzucker nicht oder sehr schwach und ohne Gasbildung angegriffen. Milch nicht koaguliert.
Bact. cholerae suum. Lehm. et Neum.

γ) Traubenzucker und Milchzucker unter Gasbildung zersetzt. Milch koaguliert.
Bact. coli. Escherich.

III.[1]) Gelatine verflüssigt, oder ohne sichtbare Verflüssigung verzehrt. Organismen unbeweglich.

α) Gelatine trichterförmig verflüssigt. Zucker vergoren. Kräftig wachsende Kartoffelkultur. Optimum ca. 25°. Agar rötlich-braun verfärbt.
Bact. disciformans (Zimm.) Lehm. et Neum.

β) Gelatine ohne sichtbare Verflüssigung trichterförmig verzehrt. Auf Kartoffel kein Wachstum. Optimum 12°. Agar nicht verfärbt.
Bact. salmonicida. (Emmerich u. Weib.) Lehm. et Neum.

IV.[1]) Gelatine verflüssigt. Organismen beweglich.

α) Zucker vergoren. **Bact. punctatum.** (Zimm.) Lehm. et Neum.

b) Kolonien auf der Gelatineplatte höchstens im Anfang rundlich, später gehen von ihnen mehr oder weniger strahlige gabelige, band- oder wurstförmig gedrehte Fortsätze aus. Bei Bact. vulgare, wo diese Fortsätze fehlen können, beobachtet man — am besten auf 5—6%iger Gelatine — ein Ausschwärmen der Randpartien der Plattenkultur. In der Gelatinestichkultur zuweilen Ästchenbildung.

a) Mit Eigenbewegung und peritrichen Geisseln.

1) Gelatine nicht verflüssigt, Aestchenbildung sehr schön entwickelt. Stinkende Fäulnis erregend.
Bact. Zopfii. (Kurth.) Lehm. et Neum.

2) Gelatine meist verflüssigt, ohne Aestchen. Intensive stinkende Fäulnis erregend.
Bact. vulgare. (Hauser.) Lehm. et Neum.

---

[1]) Gruppe III und IV sind bisher noch relativ wenig studiert, wir haben auch nur einige Typen aufgenommen.

b) Ohne Eigenbewegung und Geisseln, Gelatine langsam verflüssigt.
1) Gelatineplatte ähnelt einem Knochenkörperchen, Zartes Centrum mit einer Reihe unregelmässige Ausläufer. Im Gelatinestich Knoten, Stachelkugeln oder Aestchen.
Bact. erysipelatos suum. (Löffler, Schütz) Migula.
2) Gelatineplatte ähnlich dem vorigen oder (gewöhnlich) mit sehr zarten, fast unsichtbaren Kolonien. Aestchen im Stichkanal sehr zart und regelmässig.
Bact. murisepticum (Flügge) Migula.

II. Mit Bildung eines gelben (grünlichgelben — orangegelben) Farbstoffs in den Bakterienkulturen auf Agar und Gelatine. (Ohne fluorescierende Verfärbung des Nährsubstrats).

A. Sehr kleine, dünne Kurzstäbchen, auf Gelatine und Agar dünne, langsam wachsende, intensiv gelbgrüne Überzüge bildend. Gelatine sehr langsam verflüssigt. Eingeisselig.
Bact. turcosum. (Zimm.) Lehm. et Neum.
B. Kurzstäbchen von den Dimensionen des Bact. coli.
a) Ohne Eigenbewegung.
1) Gelatine nicht verflüssigt.
α) Kultur hellgrauorange (crême).
Bact. cremoides. Lehm. et Neum.
β) Kultur citronengelb.
Bact. luteum[1]) Flügge,
2) Gelatine langsam verflüssigt.
α) Gelatineauflage üppig citronengelb. Agar und Gelatine rotgefärbt.
Bact. erythrogenes. (Grotenfeldt.) L. et N.
β) Gelatineauflage ziemlich üppig citronengelb. Agar und Gelatine farblos.
Bact. helvolum. (Zimm.) Lehm. et Neum.
γ) Gelatineauflage erst weiss, dann gelblich, Milch schleimig. Geschmack seifig.
Bact. lactis saponacei. Weigmann.
3) Gelatine rasch verflüssigt. Gelatineauflage sehr zart. Farbstoffbildung gering.
Bact. nubilum. (Frankland). Lehm. et. Neum.
b) Mit Eigenbewegung durch endständige Geissel. Gelatine verflüssigt, blass ockergelber Bodensatz. Auf

---

[1]) Vergl. **Bact. helvolum** (Zimm.) Lehm. et Neum. p. 254.

Kartoffel und Agar blassockergelbe **Bact. ochraceum** Zimm. (Lehm. et Neum.) Auflagerungen.

C. Kurzstäbchen bis lange Fäden. Kulturen grauorange bis hellorange und ziegelrot. Niemals Aestchen im Stich.,
 a) unbeweglich. **Bact. bruneum** Schröter.
 b) beweglich. **Bact. chrysogloea** Zopf.

D. Kurzstäbchen bis lange Fäden. Intensiv citronengelb. Aestchen im Stichkanal. **Bact. solare.** Lehm. et Neum.

III. Bildung eines rosaroten-braunroten Farbstoffs auf Agar und Gelatine

besonders schöne Farbstoffbildung auf Kartoffel. (Für rotbraune und ziegelrote Arten vergl. auch Bact. bruneum und chrysogloea).

A. Nach Gram färbbar. Unbeweglich. Gelatine nicht verflüssigt. **Bact. cinnabareum.** Lehm. et Neum.

B. Nach Gram nicht färbbar. Beweglich. Gelatine verflüssigt. Farbstoff rosa-karminrot, seltener mehr rotgelb. **Bact. prodigiosum**[1]) (Ehrenberg.) Lehm. et Neum.

IV. Bildung eines violetten oder blauen Farbstoffs in den Kulturen auf Agar, Gelatine und Kartoffel.

Erstere Nährböden verfärben sich n i c h t.

A. Gelatine mehr oder weniger rasch verflüssigt. Bildung eines schwarzvioletten alkohollöslichen Farbstoffs. **Bact. janthinum** Zopf.

B. Gelatine nicht verflüssigt. Farbstoff hell bis dunkel indigoblau. **Bact. indigonaceum** (Claessen) Lehm. et Neum.

V. Die Bakterienkolonien sind farblos oder nur unbedeutend gelblich oder grünlich gefärbt — dagegen verbreitet sich von der Kultur aus ein gelbgrüner — blaugrüner, fluorescierender Farbstoff

sowohl in Gelatine wie Agarnährböden. — Alle Arten mit einer e n d s t ä n d i g e n G e i s s e l o d e r e i n e m e n d s t ä n d i g e n G e i s s e l b ü s c h e l. — Die Gruppe besteht aus sehr nahe unter einander verwandten Arten [2]), von denen keine aus Zucker Gas bildet. Nach Zimmermann färben sich alle Fluorescentes in jugendlichem Zustande nach Gram, nach unseren Untersuchungen nicht regelmässig.

A. Gelatine verflüssigt. Plattenkulturen rund, vom Beginne der Verflüssigung ab mit Haaren besetzt.
 α Intensive meist blaugrüne Farbstoffbildung auf allen

---

[1]) Vergleiche Bact. kiliense (Breunig et B. Fischer) A. N. et Neum.

[2]) Wir haben 13 hierhergehörige Arten und Formen genau

Nährböden, auch in Milch und Bouillon. Milch koaguliert bei alkalischer Reaktion, dann Koagulum gelöst. Pathogen für Tiere. **Bact. pyocyaneum** Gessard. (Lehm. et Neum.)

β Farbstoffbildung geringer, auf Bouillon sehr gering; Milch nicht koaguliert, später aufgehellt und grüngelblich gefärbt.

Bact. fluorescens (Flügge.) Lehm. et Neum.

B. Gelatine nicht verflüssigt. Plattenkulturen glattrandig buchtig, an Coli erinnernd.

α Auflagerungen auf Agar und Gelatine weiss oder gelb. Keine Bildung von blauem oder braunem Pigment neben dem fluorescierenden.

Bact. putidum (Flügge.) Lehm. et Neum.

β Neben dem meist sehr spärlich entwickelten fluorescierenden Pigment ist noch ein blaues, schwarzblaues, resp. schwarzbraunes mehr oder weniger stark entwickelt. Milch wird bei gleichzeitiger Beimpfung mit B. acidi lactici und B. syncyaneum blau.

Bact. syncyaneum (Ehrenb.) Lehm. et Neum.

Bacterium influenzae (R. Pfeiffer.) Lehm. et Neum.

Litteratur: R. Pfeiffer (Z. f. H XIII. 1893) mit 7 Tafeln, meist Photogrammen. Die folgende Darstellung ist ganz nach den eingehenden Angaben von R. Pfeiffer.

Mikroskopisches Aussehen: Sehr kleine Kurzstäbchen, etwa 0,4 μ. breit, 1,2 μ. lang, vielfach zu zweien, seltener zu kurzen Fäden verbunden. [63,V.]

---

studiert und gesehen, dass selbst zwischen den in diesem Schlüssel einzig aufgeführten Hauptarten noch zahlreiche Uebergänge vorkommen. Siehe unten. — Viele Fluorescentes sind bei Zimmermann l, c. beschrieben, über ältere Arten ist gute Uebersicht bei Frick Virchow's Archiv CXVI, Heft 2, zu finden.

Unbekannt ist uns leider **Bac. erythrosporus** (Eidam) Flügge geblieben, der dem Bact. putidum ähnlich aber mit schmutzigrötlichen Sporen beschrieben wird, also nach unserer Definition zu Bacillus gehörte. Was wir von Král erhielten, war nicht von Bact. putidum zu unterscheiden. — Was Paul Ernst bei seinen Sporenstudien als fluorescens putidus mit typischer Endosporenbildung beschreibt, möchten wir vorläufig auch zu Bacillus erythrosporus ziehen. Diese Formen, die die Trennung in Bacillus und Bacterium auch als wenig natürlich erscheinen lassen, sollen baldmöglichst näher studiert werden.

Eigenbewegung: Fehlt.

Färbbarkeit: Etwas schwer mit den gewöhnlichen wäss rigen Anilinfarben, besser mit alkalischem Methylenblau, am besten durch 5 Minuten langes Einwirken einer stark verdünnten Carbolfuchsinlösung. Bei schwacher Färbung sind die Endpole etwas dunkler gefärbt. — Nicht nach Gram färbbar.

Sauerstoffbedürfnis: Streng aërob.

Ansprüche an Nährboden und Temperatur: Wächst nur auf mit Blut (resp. Haemoglobin) bestrichenem Agar resp. Blutbouillon. Optimum 37°. Obere Grenze 43°, untere 26—27°.

Agarstrich: (Oberfläche mit Blut bestrichen). Glashelle, kleine, kaum konfluirende, fast strukturlose Kolonien.

Bouillonkultur mit Blutzusatz. Breitet man den Nährboden in dünner Schicht aus, so entwickelt sich das Bact. influenzae als zarte weisse Flöckchen.

Resistenz und Lebensdauer: In Wasser sterben sie sogar im Dunkeln nach 28—32^h ab, in Agar und Bouillonkulturen nach 2—3 Wochen; in frischem Sputum erhalten sie sich wohl ungefähr ebensolang. Rasches Eintrocknen vernichtet sie schon in 2^h, langsames schon in 8—24^h.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Nicht gefunden.

b) Im influenzakranken Menschen: Sehr reichlich in dem charakteristischen, hellgelblich grünen, geballten, zähschleimigen Auswurf. Am reinsten im Sekret der unteren Bronchienteile, anfangs

---

[1]) Da uns während der Ausarbeitung dieses Buches nur einmal Gelegenheit geboten war, Influenzabacillen zu untersuchen, mussten wir unentschieden lassen, wie es sich mit den von R. Pfeiffer's Darstellung z. T. ziemlich weit abweichenden Angaben von Bruschettini und anderen verhält. Derselbe will z. B. auch auf gewöhnlichem Agar Kolonien erhalten haben; Tierversuche an Kaninchen sollen gelungen sein u. s. f. Vergleiche u. a. Bruschettini (C. f. B. XI. 412; XII. 34; XIV. 253.) Cornil und Chantemesse (C. f. B. XIII. 489.)

in Häufchen frei, später vorwiegend im Innern von Eiterzellen, auch massenhafte Ansiedelung in dem Lungengewebe kommt vor und führt zu lobulärerund pseudolobulärer Influenzapneumonie. Auch reichlich im Nasensekret Influenzakranker. Im Blut von R. Pfeiffer nie gefunden und nie aus Blut gezüchtet. — Von Nauwerk im Gehirn einmal gefunden. (C. B. XVIII 395.)

Tierversuch. Influenza lässt sich unter allen zahlreich angewendeten Versuchstieren nur auf den Affen übertragen. Abgetötete Kulturen wirken in grösseren Mengen auf Tiere, namentlich Kaninchen, intensiv toxisch (Dyspnoe, Lähmung.)

Specielle Kulturmethoden: Man zerreibt etwas oberflächlich in sterilem Wasser abgespülten Bronchialschleim mit etwas sterilem Wasser und streicht davon Oesen auf schrägen Agar und schrägen mit Blut bestrichenen Agar aus. Ein Sterilbleiben der ersteren Röhrchen in Verbindung mit zarten tröpfchenartigen Kulturen auf den zweiten spricht für Influenza.

Verwandte Arten: R. Pfeiffer hat l. c einen dem B. influenzae sehr nahestehenden Organismus beschrieben und abgebildet, den er dreimal aus den Lungen von Kindern gezüchtet. Dieselben waren nach Erlöschen der Infl.-Epidemie an Broncho pneumonien gestorben, die sich an Diphtherie anschlossen. Mikroskopisch waren die „**Pseudoinfluenzabacillen**“ aus dem Körper eine Kleinigkeit grösser als der echte I. B.; die Kulturen verhielten sich ganz gleich, aber die mikroskopischen Praeparate aus den Kulturen zeigten auffallend dicke, grosse Stäbchen, die teilweise zu längeren Scheinfäden ausgewachsen waren. — Pfeiffer hält die beiden Arten für nahe verwandt.

Ebenfalls nahe verwandt ist der von R. Pfeiffer's Mitarbeiter Beck aus spontan gestorbenen Kaninchen gezüchtete:

Bacillus der Brustseuche der Kaninchen. Beck. (Z. H. XV. 1893). Kleine, feine, unbewegliche Stäbchen, doppelt so lang und dick als Influenzabacillen, streng aërob nach Gram unfärbbar. Wachsen nicht auf Kartoffel. Auf Gelatine an Streptococcus pyogenes erinnernd. Auf Agar graugelb mit gekörntem scharfen Rande, von zähschleimiger Konsistenz.

Meerschweinchen, Kaninchen, Mäuse sind empfänglich. Hauptveränderungen bei der Sektion: Lungenhyperaemie und Atelektase, fibrinöse Pleuraauflagerungen.

Bacterium septicaemiae haemorrhagicae[1]) Hüppe.

Tab. 18.

Zur Synonymik: Hüppe bezog 1887 (Tageblatt der Naturforscherversammlung zu Wiesbaden p. 119) eine Reihe nahe verwandter Tierkrankheiten auf einen einzigen Organismus, indem er die Aehnlichkeit derselben in bakteriologischer u. pathologischer Hinsicht hervorhob. Die Namen der einzelnen Krankheiten finden p. 192 Erwähnung.

Litteratur: Uebersicht bis 1887 bei Kitt C. B. I. 305; Hüppe Tagblatt der 60ten Naturforscher-Versammlung in Wiesbaden 1887. p. 119. Schönwerth: (A. H. XVII.) Caneva (C. B. IX. 55.) Frosch (Z. H. IX. 235 u. X. 509).

Mikroskopisches Aussehen: Kurzstäbchen, aus dem Tier fast nie mehr als doppelt so lang wie breit, sehr klein (0,3 — 1 μ lang); sehr häufig (typisch

---

[1]) Die Beschreibung stützt sich auf eine aus dem Berliner hygienischen Institut erhaltene Kultur von „Hühnercholera“, deren Eigenschaften mit den in der Litteratur beschriebenen trefflich stimmten. Zwei in unserem Institut seit ca. 6 Jahren fortgezüchtete Kulturen von „Hühnercholera“ und „Kaninchensepticaemie“, die ursprünglich sicher aus zuverlässiger, aber nicht mehr angebbarer Quelle stammten, erwiesen sich als typische Bact. coli im Sinne der Definition unseres Schlüssels. Wie dies zusammenhängt, ist leider nicht mehr aufzuklären, eine Verunreinigung erscheint ausgeschlossen, eine Verwechselung ist eher möglich.

immer) färben sich nur die Pole des kurzen, an den Enden etwas verschmälerten Stäbchens (Plasmolyse) [18 IX. und schematisiert 18. X.], sodass diplokokkenartige Bilder entstehen. — In Kulturen ebenfalls meist kurze Stäbchen [18 IX], seltener kurze Fäden.

Eigenbewegung und Geisseln: Fehlen.

Färbbarkeit: Nicht nach Gram.

Ansprüche an Temperatur und Nährboden: Etwa wie Bact. coli. Fakultativ anaërob.

Wachstum auf Agar und Gelatine: Wie Tafel 18 zeigt, in keiner Weise von Bact. coli verschieden.

Milchkultur: Verhalten verschieden. Unsere Berliner Hühnercholera macht Milch alkalisch und lässt sie flüssig, ebenso verhält sich eine Kultur von Löffler's Schweineseuche aus Berlin; eine von C. Fränkel erhaltene koaguliert dagegen Milch unter Säurebildung.

Gas und Säurebildung aus Kohlehydraten: Sowohl aus Trauben-, wie aus Milchzucker wird oft kräftig Säure gebildet, aber kein Gas.[1])

Indol und Schwefelwasserstoff: Beides kräftig gebildet. Nach Hoffa ist Methylguanidin als giftiges Princip des Organismus anzusehen.

Resistenz: Gegen Eintrocknen gering, Erwärmen auf 45—46° vernichtet die Virulenz schon in ½ Stunde. Dagegen bleiben Kulturen monatelang lebensfähig und virulent; Mischung mit Fäulnisbakterien und Kältewirkung schadet der Virulenz nicht.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus. Von Gaffky im Wasser der Panke nachgewiesen. Verimpfung desselben auf Kaninchen machte tödliche Infektionskrankheit. (Mit. G. A. I. p. 102.) Auch sonst im Wasser und Boden gefunden.

b) Im Organismus. Nie beim Menschen, dagegen

---

[1]) Diese Angabe der Litteratur stimmt für unsere Hühnercholera, dagegen entwickeln die beiden eben erwähnten Schweineseuchekulturen auf Traubenzucker Gas.

schwach virulent in normalem Taubenkot nach Gamaleia. In verschiedenen biologischen Rassen als Erreger einer Reihe von verderblichen Tierkrankheiten.

1. Wildseuche. Bollinger.
2. Rinderseuche. Kitt.

} Haemorrhagische Enteritis, daneben entweder Pleuropneumonie und Pericarditis oder perakutes Oedem von Kopf und Hals mit Haemorrhagien in die Schleimhäute des Kopfes.

3. Barbone dei Buffali, Büffelseuche (Oreste und Armanni). Tiere verenden in 12—24^h, starkes sulzig haemorrhagisches Oedem des Unterhautzellgewebes, namentlich um Larynx und Trachea etc. Dünndarm gerötet, haemorrhagisch.
4. Deutsche Schweineseuche (Löffler) Löffler (A. G. A. I. 51 Schütz) (A. G. A. I. 376)
   Bacterium suicida. Migula.
5. Gaffky's Kaninchensepticaemie (Mitt. Gesundheitsamt I. 80) Septicaemie von Davaine.
   Bacillus cuniculicida. Flügge.
6. Hühnercholera[2]) (Pasteur).
   Bacterium avicidum. Kitt.

Ergebnisse der Tierversuche: Wir müssen uns hier auf Hühnercholera und deutsche Schweineseuche beschränken; für die anderen Krankheiten gilt ähnliches, doch ist die Virulenz für die einzelnen Versuchstiere nicht ganz konstant

Für Hühnercholera empfänglich sind: Hühner, Truthühner, Enten, Gänse, Tauben, allerlei Luxusgeflügel, Sperlinge, Finken, Kaninchen und weisse Mäuse, (kaum

---

[1]) Nach Bunzl-Federn bilden 5 und 6 soviel Säure auf Milch dass sie koagulieren, nur 5 und 6 wachsen gut auf Kartoffel. 1—4 nur schwach oder gar nicht.

[2]) Möglicherweise hierher die Krankheit der Ringeltauben von Leclainche. (A. P. 1894. N. 7) und die Entencholera von Cornil und Toupet (C. f. B. IV. 333), für beide sind Hühner immun.

empfänglich Meerschweinchen). Es schlägt jeder Einverleibungsmodus (auch von nur sehr geringen Mengen) sowie die Verfütterung an, der Tod tritt bei Vögeln meist schon nach 12—48^h ein, selten erst nach 7—12 Tagen. Oberflächliche Schnittimpfung mit der Lanzette in den Brustmuskel ist am meisten empfohlen.

Sektionsergebnis: An der Impfstelle im Muskel bei Tauben eine weissgelbe, dicke, knotige Schwellung und Verfärbung der Muskulatur, beim Huhn oft mehr eine trübe, sulzige Infiltration — eine Erscheinung, die diagnostischen Wert hat. Gestorbene Tiere haben massenhafte Ekchymosen in die serösen Häute (besonders ins Perikard), daneben seröse oder fibrinöse Pericarditis, haemorrhagische Enteritis und seröse lobuläre Pneumonie (Kitt). (Hunde und Katzen verzehren ungestraft gestorbenes Geflügel). Im Leben zeigen die Vögel plötzlich einsetzende, choleriforme Symptome neben Appetitlosigkeit, Mattigkeit, Taumeln, gesträubtem Gefieder, Durst. Kaninchen und Mäuse sterben entweder sanft ohne Lokalerscheinungen, oder es kommt zur Bildung eines Abscesses an der Impfstelle, der noch Wochen lang die charakteristischen Bakterien enthält.

Specielle Nachweismethode: Impfung einer Taube durch sehr seichten 2—3 cm langen Brusthautschnitt; charakteristische Organismen massenhaft im Blut des Impftiers, Veränderung der Infektionsstelle.

Bei der deutschen Schweineseuche, die in 1/2—2 Tagen meist tötet, steht eine lobuläre, multiple, nekrotisierende Pneumonie im Vordergrund. Schweine sind sehr empfänglich, von Versuchstieren besonders Meerschweinchen; Geflügel sehr wenig.

Ausführliche Differentialdiagnose gegen amerikanische Schweineseuche siehe pag. 234.

Filtrierte Kulturen machen nur vorübergehend somnolenten Zustand — Schutzimpfungen durch abgeschwächte Kulturen sind möglich (Pasteur, Kitt.) Nach Kitt ist auch Eiweiss und Dotter der Eier immunisierter Vögel geeignet, damit Immunität durch Impfung zu übertragen.

Bacterium haemorrhagicum (Kolb) Lehm. et Neum.
Tab. 21. VII., VIII.

Litteratur bei Babès, (C. B. IX. 719). — Kolb, (A. G. VII. 60). Afanasieff, (C. B. XIII. 402). Finkelstein, (C. B. XVIII. 64).

Sehr nahe verwandt, wohl nur biologisch verschieden von dem Bact. septic. haemorrhag., ist ein von Babès, Tizzoni und Giovannini, besonders aber Kolb (Abbildungen, Litteratur) genau studierter Organismus, der beim Menschen — und Versuchstieren — Purpura = Morbus maculosus Werlhofii meist mit tödlichem Ausgang bedingt. (Blutergüsse in die Haut, in die serösen Häute, Lunge, Niere etc., Eiweissharn).

Mikroskopischer Befund: Kurze, ovale Bakterien 0,8—1,5 μ lang, 0,4—0,8 μ dick, meist zu zweien [21 VII], mit schmaler Kapsel im Tierkörper, in Kulturen Kurzstäbchen und Fäden. Unbeweglich. Nach Gram nicht oder schlecht färbbar. — Fakultativ anaërob.

Gelatinekultur: Wachstum ziemlich langsam, zart, dünn, weisslich, wenig ausgebreitet, nie verflüssigt. Agarkultur uncharakteristisch, weiss bis weissgelblich, ziemlich flach ausgebreitet. Auf der Kartoffel weisslich feuchtglänzend, nicht sehr ausgedehnt, nicht fadenziehend. — Ueber Verhalten zu Zuckerlösung ist nichts bemerkt; da bei den anaëroben Kulturen, die wohl Zuckerzusatz erfuhren, nichts von Gasbildung bei Kolb gesagt ist, scheint er nicht zu gären. Die von den 3 oben genannten Autoren isolierten Arten waren in ihrer Pathogenität für Versuchstiere verschieden. Kolb hatte an Mäusen die besten Erfolge, schwächere an Meerschweinchen und Hunden; der Organismus von Tizzoni und Giovannini war umgekehrt für Mäuse nicht pathogen, dagegen sehr für Hunde und Meerschweinchen. Die Tiere zeigten die Haemorrhagien oft in ausgesprochener Weise, mit den gleichen Lokalisationen wie beim Menschen.

Bacterium pestis (Kitasato, Yersin) Lehm. et Neum.
Tab. 63. VI. VII.

Litteratur: Yersin (A. P. VIII. 662). Zettnow (Z. H. XXI. 165.) Aoyama (C. B. XIX. 481).

Mikroskopisch bei $\frac{1000}{1}$ kurze Stäbchen, häufig kaum länger als breit, oft zu kurzen Ketten verbunden, selten längere Stäbchen und kurze Fäden [63. VI., VII]. Ohne Eigenbewegung und Geisseln, nach Gram schlecht färbbar. Häufig färben sich die Pole besser. Im menschlichen und tierischen Organismus sollen nach Kitasato und Yersin zuweilen Kapseln um die Bakterien auftreten, Zettnow sah ähnliches. Auf Gelatine, Agar, Glycerinagar zartes Wachstum etwa wie Bact. septic. haemorrhagicae. Gelatine nie verflüssigt. — Bouillon bleibt klar mit krümeligem Sediment. Bei längerer Agarkultur treten üppigere, wenig virulente Formen auf, nach wenigen Ueberimpfungen hat die Virulenz stark abgenommen. — Verhalten zu Milch, Kartoffel, Kohlehydraten unbekannt.

In Menschen, die an der echten orientalischen oder Bubonenpest leiden, findet sich der Organismus besonders in Blut, Milz und den erkrankten, geschwollenen, entzündeten, vereiterten Lymphdrüsen (Bubonen). Auch im Boden, in Fliegen und namentlich den verendeten Ratten der Peststädte ist er reichlich gefunden. — Es ist die Entdeckung des Pesterregers gleichzeitig durch Kitasato und Yersin in China 1893 erfolgt, die leichteste unter den neueren Entdeckungen pathogener Pilze.

Von Versuchstieren zeigten sich namentlich Ratten, Mäuse und Meerschweinchen empfänglich, Ratten sterben fast stets durch Verfütterung der Bacillen, Mäuse häufig, sicher tötet beide subkutane Infektion. — In den gestorbenen Impftieren findet man den Organismus leicht an den gleichen Stellen wie beim kranken Menschen, ebenso im blutigen Oedem um die Impfstelle, in der serösen Flüssigkeit in Pleura und Peritoneum.

Bacterium acidi lactici.[1]) Hüppe.
Tab. 13.

Litteratur: Hüppe, Mitteil. aus dem Gesundheitsamt II. 309. Die spätere Litteratur bis 1891 bei Scholl:

[1]) Bei Tafel 13 ist der Schreibfehler Bact. acidi lactici Flügge stehengeblieben.

Die Milch (Wiesbaden 1891). Vergl. auch: Kayser (A. P. 1895 p. 737), wo 15 Milchsäurebildner beschrieben sind.

Mikroskopisches Aussehen: Kurze, etwas ovale Stäbchen (0,6—2 μ lang, 0,4—0,6 μ breit), meist zu zweien, selten in längeren Ketten. [13. IX.]

Eigenbewegung und Geisseln: Fehlen.

Färbbarkeit: Auch nach Gram, aber nicht sehr gut.

Anforderungen an Nährböden und Temperatur: Wächst reichlich bei Zimmer- und Bruttemperatur auf den verschiedensten Nährböden. Wächst aërob besser, in zuckerfreien Schüttelkulturen in der Tiefe gar nicht. Bei Zuckerzusatz aber auch anaërob gutes Wachstum.

Wachstum auf Gelatine und Agar: Von Bact. coli nicht wesentlich verschieden, Wachstum meist üppig, besonders auf Agar, saftig, schleimig. Auf Gelatine zarter. Die Kolonien auf dünnen Platten können 5—10 mm Durchmesser erreichen. [13 V.]

Bouillonkultur: Diffus getrübt, mässiger Bodensatz.

Kartoffelkultur: Ziemlich ausgebreitete, wellig glattrandige Kolonie, etwas erhaben, anfangs graulich bis gelblich weiss, später zuweilen bräunlich gelb. Bei längerem Stehen wölben sich Bläschen mit oft starkem Reflex, die später platzen können. [13. X.]

Milchkultur: Kompakte Koagulierung unter Auspressung von klarem Serum, einzelne Gasbläschen fehlen nie.

Chemische Leistungen: Bildet aus Trauben- und Milchzucker unter kräftiger Gasbildung ein Gemisch von Milchsäure und Essigsäure, zuweilen Spuren von Alkohol. Die Milchsäure dürfte inaktive Gärungsmilchsäure sein, specielle Untersuchungen fehlen bisher. Durch längeres Züchten auf Gelatine oder Agar geht, wie zuerst Hüppe fand, die Fähigkeit der Milchsäurebildung und Milchkoagulation allmählich verloren.

Auf zuckerfreien Nährböden schwache Indol-, fehlende Schwefelwasserstoffbildung.

Vorkommen: Von Hüppe in Berlin und von Hüppe's Schülern in verschiedenen leichten Modifikationen (vergl. Scholl) aus saurer Milch regelmässig gezüchtet.

In Würzburg haben wir seit 1888 (vergl. Dissertation von Joh. Claus, Bakteriolog. Untersuchung der Milch im Winter 1888/89 in Würzburg) den Organismus nie in spontan gesäuerter Milch vermisst. Die spontan gesäuerte Milch enthält in Würzburg bedeutende Mengen flüchtiger Säure.

Nachweis und Differentialdiagnose: Zum Unterschied von Bact. Güntheri wächst Bact. acidi lactici gut auf dem gewöhnlichen Nährboden, produziert kräftig Gas. In der Färbbarkeit nach Gram kommen Verschiedenheiten vor. — Wir nennen, um die Befunde in ein Schema zu bringen, die nach Gram entfärbten Formen Bact. lactis aërogenes (vergl. pag. 199) und lassen den Grad der Verwandtschaft dieser beiden „Species" noch offen.

Bacterium Güntheri. Lehm. et Neum.

Bacillus der spontanen Milchgerinnung in Berlin.
Günther u. Thierfelder. (A. H. XXV 164.)

Kurzstäbchen, 1 μ lang 0,5—0,6 μ dick, zu zweien oder in kleinen Ketten; an den Polen etwas zugespitzt. nach Gram färbbar ohne Bewegung, fakultativ aërob. Auf der Gelatineplatte punktförmige Kolonien, ohne Zuckerzusatz nie 0,5 mm überschreitend. bei Zuckerzusatz etwas grösser, stets sehr zart, nie verflüssigend. Auf der Agarplatte zarte durchsichtige Beläge wie aus feinsten Thautröpfchen gebildet. In Bouillon ohne Zucker schwache, mit Zucker- oder Milchzusatz starke Trübung. Milch gerinnt, Reaktion stark sauer. Aus Trauben- und Milchzucker wird reine Rechtsmilchsäure (keine andre Säure) und kein Gas gebildet. Auf Kartoffel kümmerliches Wachstum.

Vorkommen: In Berlin in jeder spontan gesäuerten Milch reichlich; auffallend ist, dass diese Milch nur selten ganz oder teilweise Rechtsmilchsäure, meist inaktive Milchsäure enthält.

Specielle Kulturmethoden: Einfache Gelatine- oder Agarplatten geben bei der Kleinheit der Kolonien kein gutes Resultat. Am besten verwendet man Trauben- oder Milchzucker- haltigen Kreidenährboden (vergl. tech. Anhang), auf dem sich die Kolonien mit einem hellen Hof umgeben.

Identisch scheint der von Leichmann isolierte, vorwiegend anaërob wachsende Pilz zu sein (C. B. XVI. 826), der in 26

sauren Milchproben aus allen Teilen Deutschlands stets gefunden wurde. Wir haben diesen Organismus bisher noch nicht beachtet, unsere Beschreibung schliesst sich ganz an Günther und Thierfelder an.

Bacterium lactis viscosum. (Adametz C. B. IX. 698.) Lehm. et Neum.

Makroskopisch und mikroskopisch ähnlich dem Bact. pneumoniae. Auf der Gelatineplatte oft erhabene Tröpfchen. Unbeweglich, mit Kapseln, nach Gram färbbar. Die Auflage im Gelatinestich ist ausgebreitet, nicht sehr üppig, auf Agar und Kartoffeln üppig, weiss, fadenziehend. Weder Traubenzucker noch Milchzucker wird vergoren, wenig Indol, kein H_2S gebildet. Milch und Bouillon werden allmählich zäh, schleimig, lassen sich zu langen Fäden ausziehen. Die Milch koaguliert nicht, ist schwach alkalisch, die Bouillon ist stark getrübt. Der Schleim ist ein Kohlehydrat, das aus den Bakterienhüllen stammt. An unseren von Král bezogenen Kulturen war nichts von Sporenbildung zu beobachten, die Zimmermann gesehen haben will. Von Adametz als ein wichtiger Schädiger der Butterindustrie entdeckt, namentlich der Rahm wird schleimig und die erhaltene Butter weich und leicht verderbend. Von Zimmermann in Wasser gefunden.

Verschieden ist das lebhaft eigenbewegliche, Gelatine verflüssigende, keine Kapsel zeigende **Bacterium Hessii** Guillebeau (C. B. XI. 439), das ebenfalls die Milch fadenziehend macht und der Beschreibung nach eher zu Bacillus gehört, obwohl keine Sporen beschrieben sind. Siehe daselbst auch einige weitere Angaben über Arten, die die Milch schleimig machen. Vgl. auch Mic. Freudenreichii Guil. (pag. 159 und pag. 300).

Bacterium Pflügeri.[1]) (Lassar) Ludwig.

Bacterium phosphorescens. Bern. Fischer. (Z. H.II. 92.)

Litteratur: Ludwig (C. B. II. 372) K. B. Lehmann (C. B. V. 785). Beyerinck (C. B. VIII. 716 u. 651), Katz (C. B. IX. 157.)

Mikroskopisch: Kurze plumpe Stäbchen, allein oder zu zweien. Es kommen auch kugelige und kurzovale Formen vor. — Aeltere Kulturen zeigen besonders auffallende Involutionsformen. Eigenbewegung und Geisseln fehlen durchaus. Beyerinck will in Meerwasser Eigenbewegung gesehen haben. — Fakultativ anaërob. leuchtet aber anaërob nicht. Liebt Zusatz von 3°/o Seesalz. optimum bei 20°, Maximum bei c. 39°, Minimum bei 0°. Auf Gelatine und Agar von Bact. acidi lactici nicht zu unterscheiden. einmal erhielten wir auf Gelatineplatten Kolonien ganz wie [XV. 1.] mit den tollsten Ausläufern. Aeltere Gelatine und Agarkulturen zeigen eine Neigung, gelblich und gelblichbraun zu werden. Gela-

---

[1]) Beyerinck unterscheidet phosphorescens von Pflügeri durch biologische Merkmale.

tine nie verflüssigt. Kartoffelkulturen gelblichsaftig, zuweilen mit Gasbläschen. Trauben, Milchzucker und Maltose werden unter starker Gasbildung in Säure verwandelt. Milch wird koaguliert.

Leuchtet bei Sauerstoffzutritt intensiv in weisslich grünlichem Licht, solange die Kulturen häufig auf frische Salznährböden übertragen werden; unterlässt man dies, so geht die Lichtproduktion rasch verloren, kann eine Zeit lang noch durch Uebertragung auf Salz-(Herings) gelatine regeneriert werden (pag. 52), erlischt aber bei längerem Fortzüchten unter seltenem Uebertragen auf gewöhnlichen Nährböden mit der Zeit vollkommen. — Ueber das Leuchten vergl. pag. 52. — Einige Tropfen leuchtende Bouillon können einem Liter Meerwasser milchigen Glanz verleihen.

Weder ist das Bacterium schädlich, noch sind es seine Stoffwechselprodukte in kleineren Mengen. Lebt in den nördlichen Meeren, verursacht gelegentlich Meerleuchten, häufiger das Leuchten von Fischen, Fleisch etc.

Aehnlich scheint nach den unvollkommenen Beschreibungen das für Krebse pathogene, die lebenden, geimpften Tiere leuchtend machende **Bacterium von Girard.** (C. B. VI. 645. VIII. 177). — Beweglich ist das leuchtende, plumpe Kurzstäbchen, das als **Photobacterium javanicum** Eykmann (C. B. IX. 656) beschrieben ist. — Eine zweite Gruppe leuchtender Mikroorganismen siehe sub Vibrio albensis Lehm. et Neum.

Bacterium lactis aërogenes. Escherich.[1]

Litteratur: Escherich. Die Darmbakterien. 1886 pag. 57.

Diese von Escherich aus Milchkot vom Säugling zuerst isolierte Art ist nach unseren Untersuchungen und Escherichs eigenen Angaben von Bact. acidi lactici bloss durch ihre fehlende Färbbarkeit nach Gram zu unterscheiden[2]) — ein Merkmal, auf das nach den pag. 224 citierten Untersuchungen Alex. Schmidts kein grosser Wert gelegt werden darf.

Der weitere Unterschied, den Escherich aus Hüppe's Beschreibung herausliest, dass Hüppe's Organismus obligat aërob sei, können wir nach unseren Untersuchungen als nicht vorhanden bezeichnen, denn so oft wir aus Würzburger saurer Milch das Bact. acidi lactici isolierten — stets vergor es auch anaërob. Auch andere Forscher haben ähnliches angegeben.

---

[1]) Ein von Král bezogenes Bact. lactis aërogenes zeigte 1—3 unregelmässig angeordnete, lange Geisseln — war also nach unserer Auffassung ein typisches Bact. coli.; bildete auch sehr stark Indol.

[2]) Würtz und Leudet finden beide Arten identisch, vergl. p. 204.

Auf das üppige, zuweilen halbkugelige, schleimige Wachstum der Auflage auf dem Gelatinestich, das ihn mit dem Bact. pneumoniae in nahe Beziehung bringt, können wir keinen sehr grossen Wert legen — hat doch schon Escherich Ausnahmen gesehen.

Stoffwechselprodukte: Alkohol, Essigsäure, active Milchsäure, Bernsteinsäure, Nencki (C. B. X. 82) daneben CO_2 und H. Nach Smith etwa 30—40% CO_2, 60—70% Wasserstoff. Indol soll nicht gebildet werden.[1]

Für uns ist Bact. lactis aërogenes ein Name für die geissellose Parallelform des typischen peritrichen Bact. coli resp. für ein Bact. acidi lactici, das sich nicht nach Gram färbt. Uebergänge existieren wohl — vergl. Anmerkung 1 — einen sicher konstatierten kennen wir noch nicht. — Sehr nahe steht **Bact. diatrypeticum casei** Baumann (C. B. XIV. 494), das in Käse, Milch, Wasser, Erde weitverbreitet die Lochung der Käse besorgt, bezw. dazu mithilft. Zusammensetzung des Gases 63% CO_2 37% H_2. Besitzt eine Kapsel.

Hierher gehören folgende unbewegliche, Trauben- und Milchzucker vergärende Arten.

Bacterium cavicida Brieger. Berl. klin. Woch. 1884. N. 14.

Bacterium neapolitanum Emmerich. Aus einer Reihe von Neapler Choleraleichen und einmal aus dem Blute einer Cholerakranken gezüchtet. Ist nicht Ursache der Cholera. — Nach Buchner soll die mässig-zitternde Bewegung nicht bloss Molekularbewegung sein. Geisseln unbekannt. (A. H. VIII. 360.) Sollte es Geisseln haben, so wäre es zu Bact. coli zu rechnen. Vergl. Weisser (Z. H. I. 315).

Bacterium der Katzensepticaemie Lehm. u. Neum. Aus einer spontan gestorbenen Katze gezüchtet, tötet Katzen unter typhusartigen Symptomen. Nähere Beschreibung steht noch aus.

Bacterium der Dermatitis epidemica exfoliativa Russell. (C. B. XV. 324).

Bacterium pneumoniae. Friedländer.[1]

Tab. 12.

Litteratur: Friedländer (Fortsch. d. Med. Bd. I. II. III).

---

[1]) Nur durch Pathogenität für Mäuse unterscheidet sich **Bact. tholoeideum** Gessner (A. H. IX. 129). Verwandt erscheint auch das, biologisch noch nicht genügend charakterisierte, in Butter nach Lafar nie fehlende **Bact. butyri colloideum** Lafar (C. B. XIII. 1).

Synonyme: Pneumoniebacillus, „Friedländer". Kapselbacillus der Pneumonie, vergl. auch p. 203 und 204.

Mikroskopisches Aussehen: Kurze Stäbchen (0,6—3,2 μ lang, 0,5—0,8 μ breit), Enden abgerundet. Zeigt im Tierkörper eine dicke Gallertkapsel, die bei Züchtung auf Nährböden nur auf Milch entwickelt ist.

Eigenbewegung: Fehlt.

Färbbarkeit: Leicht nach den gewöhnlichen Methoden, schon in der Kälte, aber nicht nach Gram. — Die bei gewöhnlicher Färbung ungefärbt bleibende Kapsel kann gefärbt werden. (vergl. Techn. Anhang).

Ansprüche an Nährböden und Sauerstoff: Wächst üppig aërob und anaërob auf allen gebräuchlichen Nährböden.

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Aufliegende: Runde bis rundliche, saftige, weisse Kolonien, glattrandig, meist stark erhaben, selten flacher, schleimig-fettglänzend. Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig, gelblichweiss. [12. V.]

b) 50fache Vergrösserung: Aufliegende: Runde Kolonie mit glattem Rand, rehbraun bis gelblichbraun, nur an der Peripherie durchscheinend. Vom Centrum aus gehen zuweilen Strahlen, welche sich als dunkelbraune Stacheln, und Punkte von der helleren Unterlage abheben, [12. VII] andere Male ist kaum eine Struktur zu erkennen. Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig, glattrandig, braun, undurchsichtig. [12. VI.]

Gelatinestich: Stich: Perlschnurartig, gelblichweiss, stark entwickelt. Auflage: Nagelkopfförmig erhaben. Vergl. Platte. Gelatine zuweilen etwas bräunlich um den Einstich verfärbt, nie verflüssigt. [12. II.]

Agarplatte und Stich: Wie Gelatine, nur womöglich Kolonien noch üppiger und saftiger.

Zuweilen beobachteten wir auf der Platte statt der tiefliegenden rundlichen, einzelne tiefliegende, schleierartig ausgebreitete Kulturen, auf [12, VIII] sind einige mit abgebildet.

Agarstrich: Auflage ziemlich ausgebreitet; weisslichgelb bis grau, saftig glänzend, besonders in der Mitte stark erhaben; Randpartien glatt, wellig, etwas durchscheinend. Kondenswasser trübe, mit schleimigem Bodensatz. [12. I].

Bouillonkultur: Stark getrübt, am Boden schleimiger Satz, welcher sich beim Schütteln homogen verteilt. Bouillon wird etwas dickflüssiger.

Milchkultur: Nach 20 Tagen noch nicht koaguliert, auch Abel fand niemals bei echtem Bact. Pneumoniae Milchkoagulation, dagegen z. B. Löwenberg (A. P. 1894, p. 292). Vergl. die Beobachtungen von Denys und Martin p. 205.

Kartoffelkultur: Dicke, saftige, stark glänzende Auflagerung mit glattem aber gewelltem Rand, hellgelblich bis graubräunlich. Zerfällt allmählich in wulstige zusammenhängende Abschnitte, besonders am Rande.

Chemische Leistungen: Aus Trauben- und Milchzucker spaltet das Bacterium reichlich Säure nebst Kohlensäure und Wasserstoff ab. (40% CO_2, 58% H_2 — Smith). P. Frankland wies als Gärprodukte nach: Aethylalkohol, Essigsäure, wenig Ameisen- und Bernsteinsäure. — Milchsäure ist auffallender Weise nicht erwähnt. Indol und Schwefelwasserstoff spärlich.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Von Emmerich aus dem Fehlboden eines Gefängnisses gezüchtet.

b) Im gesunden Organismus: Zuweilen im Speichel.

c) Im kranken Menschen: Als Erreger einer kleinen Zahl von Fällen von Pneumonie und Bronchitis, sodann gelegentlich, aber nicht gerade häufig als Erreger von Entzündungs- und Eiterungsprozessen in ziemlich allen Organen des Körpers, selten als Ursache von Pyaemie und Septicaemie. — Oefters auch im Blut zu finden.

d) Bei Tieren: Der von Schütz entdeckte Erreger der **Brustseuche der Pferde** ist morpho-

logisch fast identisch (Arch. Tierheil. XIII). -- Nagelkopfkulturen sollen meist fehlen und die Ausbreitungen auf Gelatine mehr flach sein. Organismen zahlreich in der Lunge und Pleura resp. den nekrotischen Partien, aber spärlich im Blut. Fiedeler bestätigte diese Befunde in allen Punkten. (C. B. X. 310.)

Experimentelle Ergebnisse am Tier:

Mäuse erkranken bei subkutaner, besser bei intrapulmonaler Injektion, auch durch Inhalation, und sterben rasch unter septicaemischen Erscheinungen. Auch Meerschweinchen und Hund empfänglich, Kaninchen nicht.

Von den zahlreichen nächstverwandten Arten[1]) mögen nur zwei etwas ausführlicher erwähnt sein, weil sie typische Infektionskrankheiten des Menschen

---

[1]) Auch die Species des folgenden Verzeichnisses (Kapselbacillen der Autoren) müssen wir als Formen betrachten, die mit dem Bact. pneumoniae identisch oder doch äusserst nahe verwandt sind, denn kleine Differenzen in der Anpassung an eine bestimmte Tierart, in der Ueppigkeit des Wachstums, der Unvollkommenheit der Gram'schen Färbung, stärkere oder schwächere Gärfähigkeit, können nach allem, was wir wissen, kaum ausreichende Speciesmerkmale abgeben.

Bacillus pneumoniae Friedländer. Fortschritte der Medizin 1883. Nr. 22.
Bacillus pseudopneumonicus Passet. Aetiol. der eitrig. Phlegmone. Berlin 1885.
Proteus hominis capsulatus Bordoni-Uffreduzzi. Z. H. Bd. III. 1887. p. 333.
Kapselbacillus aus Kanalwasser von Mori. Z. H. Bd. IV. 1888. p. 47.
Kapselbacillus R. Pfeiffer. Z. H. Bd. VI. 1889. p. 145.
Kapselbacillus Mandry. Fort. d. Med. Bd. VIII. 1890. Nr. 6. (C. B. VII. 570.)
Kapselbacillus Kockel. Fort. d. Med. Bd. IX. 1891. Nr. 8.
Bacillus capsulatus mucosus Fasching. C. B. XII. 304.
Kapselbacillus von v. Dungeren. C. B. XIV. Nr. 17.
Kapselbacillus Marchand. C. B. XV. p. 428.
Kapselbacillus Nicolaier. C. B. XVI. p. 601.
Kapselbacillen bei Keratomalacie von Loeb. C. B. X. 369. (Viel Litteratur.)
Bacillus sputigenus Pansini. C. B. IX. — Etwas stärker verschieden.
Bacilius sputigenus crassus Kreibohm. C. B. VII. 313 (nach Gram färbbar!)

erregen, wenn sie auch morphologisch vor den anderen Formen nur durch die dürftigen schon im Bestimmungsschlüssel erwähnten Merkmale charakterisiert sind.

Bacterium ozaenae (Abel). Lehm. et. Neum.

Bacillus mucosus ozaenae (Abel Z. H. XXI. 88); Löwenberg (A. P. 1894. 292). Paulsen: Bacterium der Rhinitis atrophicans (C. B. XV. 249).

Stäbchen von sehr wechselnder Länge, Kapsel im Organismus oft jederseits doppelt so breit wie das Bakt., zuweilen Kapseln in Milchkulturen. Nie nach Gram färbbar, unbeweglich. — Die Kulturen haben nichts von Bact. pneumoniae abweichendes, sollen nur etwas mehr zerfliessend sein; nie wurde Gasbildung auf der Kartoffel beobachtet, nie Milchkoagulation; bald starke, bald schwache Traubenzuckervergärung. — Alte Kulturen werden zuweilen etwas bräunlich, aber ohne Braunfärbung des Nährbodens.

Der Organismus findet sich regelmässig bei Ozaena (Stinknase), aber auch bei nicht stinkenden, rein atrophischen Rhinitiden.

Mäuse gehen nach subkutaner Impfung in 1—4 Tagen zu Grunde, Ratten und Meerschweinchen erkranken schwieriger, Kaninchen sind immun.

Bacterium rhinoscleromatis v. Frisch.

Litteratur: Paltauf (C. B. I. 236). Bender (C. B. I. 563.) Dittrich (C.B. II.89.432). Babès (C.B. II. 617). Dittrich (C.B.V. 145.) Zagari (C. B. VI. 450). Verhält sich in allen wesentlichen Eigenschaften wie Bact. Pneumoniae, doch finden manche Autoren (Dittrich, Zagari) eine Färbbarkeit nach Gram, was andere nicht bestätigen. Die Auflagen im Gelatinestich sind nagelkopfförmig erhaben, mehr grau durchscheinend, weniger weiss als die bei Pneumonie — weitere Differenzen konnten selbst die energischsten Vertreter einer Verschiedenheit von Bact. rhinoscleromatis und Bact. pneumoniae nicht finden. — Milch wurde bei Paltauf koaguliert, bei Abel nicht. Bei allen Fällen des typischen Rhinoscleroms (seltene, harte Rundzellengeschwulst an der Nase, teils in der Subcutis, teils in der Submucosa; seltener an Rachen und Kehlkopf) gefunden und offenbar der Erreger des Prozesses. Tierversuche liessen nie eine Reproduktion des Rhinoscleroms gelingen. Dittrich fand den Organismus überhaupt kaum pathogen, andere beobachteten, dass Mäuse ähnlich wie gegen das Bact. Pneumoniae empfindlich waren, Meerschweinchen weniger.

Kritische Bemerkungen über **Bact. acidi lactici, lactis aërogenes, pneumoniae, rhinoscleromatis und ozaenae.**

Diese Arten sind, wie aus der Beschreibung hervorgeht, äusserst nahe verwandt und nur durch biologische

Merkmale zu unterscheiden, deren Variabilität bekannt ist. Ausserdem haben Denys und Martin (La Cellule IX. 1893. p. 261; C. B. XVI, 127) das Bact. pneumoniae aus 3 verschiedenen Quellen durch Reinkulturen in Milch zu einer höchst energischen Milchkoagulation gebracht, auch Gas aus Milchzucker wurde gebildet. Umgekehrt war nach 11 monatlichem Züchten auf Gelatine die Fähigkeit, Trauben- und Milchzucker unter Gasbildung zu zersetzen, verloren, die Kulturen wuchsen jetzt dünn und zart auf der Kartoffel, koagulierten aber noch Milch — sie waren also etwa in das Bact. Güntheri übergegangen, das aber nach Gram färbbar sein soll.

Für uns sind alle diese „Arten“ demnach botanisch nur biologisch charakterisierte Anpassungsformen des gleichen Organismus, der wohl den ältesten Namen Bacterium pneumoniae Friedländer führen muss. Für praktische Zwecke werden wir aber nach wie vor diese „Arten“ unterscheiden, uns aber ihrer nahen Verwandtschaft und der teilweise nachgewiesenen Möglichkeit des Uebergangs in einander bewusst sein müssen.

Bacterium mallei. (Löffler u. Schütz). Migula.
Tab. 19.

Trivialname: Rotzbacillus; Rotz lateinisch: malleus; französisch: morve; englisch: glanders.

Litteratur: Löffler (A. G. A. I. 141). Kranzfeld (C. B. II. 274.). Kitt (C. B. II. 241).

Mikroskopisches Aussehen: Schlanke Stäbchen (2—3 μ lang, 0,4 μ breit), zuweilen mit hellglänzenden Körnern (metachromatischen Körpern) und bei der Färbung meist mit abwechselnd dunkeln und hellen Stellen. Niemals finden sich endogene echte Sporen, alle früheren positiven Angaben sind irrig.

Färbbarkeit: Nicht nach Gram.

---

[1]) Auch vom Rotzbacillus hat Semmer Fadenformen mit blasigen und kolbigen Anschwellungen mit ungefärbten, hellglänzenden, vacuolenartigen Körperchen gefunden, die auf Tiere typischen Rotz zu übertragen vermögen. (C. B. XVIII. 68.) Verzweigungen sind bisher nicht beschrieben.

Anforderung an Zusammensetzung der Nährböden, Sauerstoffzutritt und Temperatur: Wächst am besten bei Bruttemperatur (Minimum 25° — Maximum 40°). Zieht Glycerinagar dem gewöhnlichen Agar vor; ist aber auch nicht wählerisch. Wachstum aërob gut, anaërob schlecht oder gar nicht.

Gelatineplatte:

a) Natürl. Grösse: Aufliegende wie tiefliegende Kolonien klein, weisslich, punktförmig, auch nach längerem Stehen sich nicht wesentlich vergrössernd. Die Aufliegenden erhalten einen durchsichtigen, zarten Hof. [19. V.]

b) 60fache Vergrösserung: Aufliegende: unregelmässig, rundlich, wellig gebuchtet, weisslich glänzend, durchscheinend, mit welligen Erhebungen und starken Reflexen; ältere Kolonien mehr gelblich, besonders im Mittelpunkt, mit strichartigen, eingeschnittenen Zeichnungen. Sehr ähnlich der Kolonie von B. typhi und putidum in jungen Stadien. [19. VIII. e] Tiefliegende: Rundlich bis oval, glattrandig, im Innern zart krümelig, an den Randpartien gestrichelt, Randzone scharf markiert. [19. VIII.]

Gelatinestich: Stich: Fadenartig, zuweilen schwach gekörnt, zuweilen perlschnurartig, grau. Auflage: Aeusserst zart, vollkommen durchscheinend, grau, zackig ausgefranst, mattglänzend. [19. I.]

Agar: Von Bact. coli nicht zu unterscheiden, sehr uncharakteristisch. [19. VII. IV.]

Bouillonkultur; fast klar, mässiger homogener Bodensatz, beim Schütteln sich gleichmässig aufwirbelnd.

Milchkultur: koaguliert langsam.

Kartoffelkultur: Hellgelblicher bis bräunlicher Belag, saftig glänzend, kaum oder sehr wenig erhaben, an den Randpartien heller, nicht scharf begrenzt. [19. X.] Nach längerem Stehen

---

[1]) Es empfiehlt sich stets Glycerinagar zu verwenden, da Rotzbakterien öfters auf gewöhnlichem Agar nicht wachsen.

braungelb bis braunrot, wellig glattrandig, schärfer begrenzt, vorn aber auch noch mit hellerer Randpartie. Die Kartoffel verfärbt sich [19. IX]. Die Kultur hat viel Aehnlichkeit mit der von Vibrio cholerae.

Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknen: Gering. Bei 25° in 10 Tagen tot. (Bonome). Soll nach Bonome 70° 6 h ohne Schädigung ertragen, 70—75° töten in 5—6 Minuten, 90—100° in 3 Minuten.

Chemische Leistungen: Ausser der Bildung von Farbstoff auf der Kartoffel und einer Spur Indol, in Bouillon ist nur die Malleïnbildung (Bakterienproteïn) bekannt. Kein H_2S. Bildet aus Kohlehydraten kein Gas.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Bisher nicht gefunden.

b) Im gesunden Organismus: Bisher nie nachgewiesen.

c) Im kranken Menschen: Der Mensch ist für Rotz ziemlich empfänglich, fast stets erfolgt die Uebertragung von Pferden, etwa 50% der Erkrankten sterben. Im Sekret der Rotzgeschwüre und in den Rotzknoten finden sich die Bakterien. Hauptinfektionsstelle: Haut und Schleimhaut. Die Rotzbakterien durchdringen auch die unversehrte Haut den Haarbälgen entlang und verbreiten sich in Lymphspalten.

d) Bei Tieren: Von unseren Haustieren erkranken: Pferd, Esel, Katze (und die katzenartigen, wilden Tiere der Tiergärten) nach Infektionsversuchen auch Hund (besonders in der Jugend), Ziege und Schaf., selten das Schwein. Immun sind: Rind und Vögel.

Nach Schütz gibt es keinen primären Lungenrotz, dagegen erkranken zuerst die Lungen sekundär bei Rotzaffektion von der Haut oder Schleimhaut aus. Die primären Eingangspforten Haut und Nasenschleimhaut sind oft schon geheilt, wenn der Lungenrotz anfängt.

Experimentelle Erfahrungen über Pathogenese:[1]

a) am Tiere: Zu Experimenten ist vor allem das Meerschweinchen, dann die Feldmaus (Arvicola arvalis) zu empfehlen (Löffler). Eventuell sind auch als Versuchstiere Mus sylvaticus (Waldmaus) und Arvicola amphibius (Schermaus, Wühlratte) brauchbar (Kitt). Das Kaninchen ist wenig empfänglich. Immun ist die graue und weisse Hausmaus (Löffler) und Ratte. Versuche an Katzen und Hunden haben mehr Nachteile als Vorteile.

Als wichtigster Tierversuch wird stets ausgeführt die Uebertragung von 2 cbcm (nicht zu wenig) Aufschwemmung der Reinkultur oder der zerquetschten, verdächtigen Organe in der Medianlinie oberhalb der Blase in die Bauchhöhle eines männlichen Meerschweins. (Strauss, Arch. de Path. exp. 1889). Nach 2—3 mal 24^h zeigt sich eine erhebliche Schwellung, Rötung und Schmerzhaftigkeit des Hodensacks als pathognomonisches Symptom einer gelungenen Rotzübertragung. Die Schwellung ist bedingt durch die Bildung zahlreicher Rotzknötchen auf der Tunica vaginalis des Hodens, ihre beiden Blätter sind durch eiteriges Exsudat verklebt, auch im Inneren des Hodens kommen Rotzknoten vor. Nach 12 bis 15, zuweilen schon nach 4—8 Tagen sterben die Tiere, die Hodenvereiterung kann dabei vorher nach aussen durchbrechen. Zur Beschleunigung der Diagnose kann man die kranken Hoden schon vor dem Tode des Tieres mittelst Kartoffelkultur etc. untersuchen. Die subkutane Injektion ist beim Meerschweinchen nicht recht zu empfehlen, die anfänglich entstehenden Abscesse gefährden bei ihrem Aufbrechen den Experimentator, der Tod tritt (nachdem auch hier fast stets die Hoden erkrankt sind) erst nach 25—30 Tagen ein.

---

[1]) Die Experimente sind nur in gut eingerichteten Laboratorien und grösster Sorgfalt zulässig. Der kultivierte Rotzbacillus verliert rasch seine Pathogenität.

b) Am Menschen hat man mit Rotzbacillen nie absichtlich experimentiert, einige unbeabsichtigte Laboratoriumstodesfälle beweisen die Gefahr der Reinkultur für den Menschen.

Specielle Methoden für den Nachweis und die Kultur.

Akute Rotzfälle beim Pferd sind meist aus den klinischen Symptomen nicht allzuschwer zu diagnosticieren. Schwieriger, oft sehr schwierig, ist die Diagnose bei chronischen und subakuten Fällen, selbst nach der Sektion und mit Zuhilfenahme der bakteriologischen Hilfsmittel.

A. Beim lebenden Tier wird empfohlen:

1) Malleïn — das Proteïn der Rotzbacillen — subkutan einzuspritzen. Während gesunde Tiere fieberlos bleiben oder nur mit schwachem Fieber reagieren, zeigen rotzkranke ein meist langsames Ansteigen der Temperatur um 1,5—2° [1]), nach kurzem Verweilen auf der Höhe fällt die Temperatur langsam ab. An der Injektionsstelle entsteht, wenn das Tier rotzkrank war, ein mehrtägiger Tumor. Die Methode gibt keine absolut sicheren diagnostischen Anhaltspunkte, indem die Fieberreaktion bei Gesunden zuweilen eintritt, oder bei Kranken schwach bleibt — die Mehrzahl der Autoren empfiehlt sie aber doch warm.[2])
2) Mit Wattebausch das verdächtige Nasenloch auszuwischen und von der Aufschwemmung davon 1 cbcm intraperitonal einem Meerschweinchen zu injizieren (vergl. pag. 208).
3) Eine der geschwollenen, paratrachealen Lymphdrüsen (Kehlganglymphdrüsen) zu exstirpieren und Ausstrichpräparate davon anzulegen (Brutschrank):

---

[1]) Die Temperatursteigerung beweist um so viel mehr, je höher die Anfangstemperatur. Temperatursteigerung über 2° bei hoher Anfangstemperatur ist ziemlich sicher beweisend. Temperatursteigerung bis 1,1 beweist Rotzfreiheit, 1,2—1,9 Verdacht. Vergleiche Eber (C. B. XI.)

[2]) Besonders skeptisch lauten die Erfahrungen von Prof. Schütz.

a) auf Kartoffel (Braunfärbung der Kultur),
b) auf Glycerinagar.

Ferner ein mikroskopisches Präparat anzufertigen und wieder ein Meerschweinchen zu infizieren.

B. Am lebenden Menschen: Der Belag von Rotzgeschwüren wird am besten durch Meerschweincheninfektion untersucht.

C. Am sezierten Tier:
1) Kulturen und Tierversuch mit frischen zerquetschten Rotzknötchen,
2) Schnittfärbung an Rotzknötchen (schwierig).

Einen interessanten **Pseudorotzbacillus** hat Kutscher kürzlich beschrieben. (Z. H. XXI. 158). Derselbe wächst, an Cholera erinnernd, auf Gelatine, üppig auf Agar, weiss und trocken auf der Kartoffel. Mikroskopisch verhält er sich dem B. mallei absolut ähnlich, färbt sich aber nach Gram. Interessant ist, dass er nach dem Strauss'schen Verfahren intraperitoneal injiziert wie das B. mallei eine Hodenschwellung beim Meerschweinbock erzeugt — mehr durch knotige Schwellung der Hodenhäute als der Hodensubstanz. Die Tiere sterben meist nach 4—5 Tagen, wobei eine (oft haemorrhagische) Peritonitis das Bild beherrscht. Knoten in den andern Bauchorganen fehlen, abgesehen von dem stets aufgerollten, stark entzündeten Netz.

Anhang zu den festwachsenden, weissen, unbeweglichen Kurzstäbchen.

Die Bakterien der Essiggärung.

Aus verdünntem Alkohol (z. B. Bierwürze, der $^1/_2\,^0/_0$ Alkohol zugesetzt wird) bildet eine kleine Gruppe sehr nahe verwandter Arten Essigsäure. Wir haben diese auf festen Nährböden bisher wenig eingehend untersuchten Arten nicht selbst studiert, makroskopisch scheinen die Kulturen an B. typhi, acidi lactici und coli zu erinnern. Es werden 3 „Species“ **Bacterium aceti** Hansen, **Bacterium Pasteurianum** Hansen und **Bacterium Kützingianum** Hansen unterschieden.

	Bacterium aceti Hansen	**Bacterium Pasteurianum** Hansen	**Bacterium Kützingianum** Hansen
Häutchen auf sterilem Doppelbier bei 34° in 24h.	Schleimig, glatt, feucht, glänzend, geneigt, marmorartige Aederung zu zeigen.	Trockene Oberfläche, bald beginnende Fältelung, etwas Erhabenheit über die Oberfläche.	Aehnlich wie Pasteurianum, doch klettert die Membran sogar an den Gefässwänden empor.
Bringt man die bei 34° gewachsenen Kölbchen in Zimmertemperatur:	Flüssigkeit bleibt klar.	Flüssigkeit bleibt klar.	Flüssigkeit erhält eine Trübung, unter Bodensatzbildung tritt allmählich wieder Klärung ein.
Mikroskop. Betrachtung der Zellen der jungen Häute:	Kurzstäbchen mit sanduhrförmiger Einschnürung in Ketten. Langstäbchen und Fadenformen selten.	Wie Bact. aceti.	Kurzstäbchen meist frei, höchstens paarig, keine Ketten.
Es färbt sich mit Jod der die Bacillen zusammenhaltende Schleim junger Häute:	Nicht.	Blau, ältere Häute zeigen nur stellenweise blaue Färbung des Schleims — noch ältere abgestorbene, lassen sie ganz vermissen.	blau.
Die Bakterienzellen werden durch Jod:	gelb.	gelb.	gelb.

	Bacterium aceti Hansen	**Bacterium Pasteurianum** Hansen	**Bacterium Kützingianum** Hansen
Würzegelatineplatte bei Stichimpfung mit 1 Tröpfchen Kultur. Zimmertemperatur. Wachstum sehr langsam.	Kultur flach, rosettenförmig gezackt. Mikroskopisch: Vorwiegend freie Kurzstäbchen.	Anfangs leicht gewölbt und ganzrandig, dann in der Mitte gefältelt. Mikroskopisch meist Kurzstäbchenketten und einzelne Langstäbchen	Anfangs leicht gewölbt und ganzrandig, dann in der Mitte schuppig oder glatt. Aehnlich wie B. aceti.
	Mit Jod färben sich die Würzegelatinekolonien wie die Häute auf sterilem Doppelbier.		
Fleischwasser-Peptongelatine: Platten, Strich, Stich	Jede Kultur von einem trüben irisierenden Hof umgeben, keine brauchbaren Unterschiede. Gelatine nie verflüssigt		
Sporenbildung	fehlt stets.		
Untere Temperaturgrenze, bei der Hautbildung noch eintritt	4—5°	5—6°	6—7°
Optimum	c. 34°		
Obere Grenze	c. 42°		

Wir gaben vorstehend einen übersichtlichen Auszug der Angaben Hansens, des erfolgreichsten Bearbeiters dieser Gruppe, in übersichtlicher tabellarischer Aufstellung. — Litteratur: Bei Lafar (C. B. II. Abt. I. Band p. 150), am wichtigsten ist Hansen Recherches sur les bactéries acétifiantes (Travaux de Carlsberg III. 183) u. C. B. Ab. II. Bd. I. 30.

Alle 3 Essigsäurebakterien besitzen einen besonders durch die Temperatur beeinflussten weiten Formenkreis. Speciell bei Bacterium Pasteurianum ist nach Hansen zu bemerken:

Bei Temperaturen unter dem Optimum von 34° werden schöne Kurzstäbchenketten gebildet, bei höheren Temperaturen wachsen die kurzen Glieder zu langen ungegliederten Fäden aus. Letztere wieder in Temperaturen von 34° und darunter gebracht, zeigen teils Zerfall in neue Kurzstäbchen, teils charakteristische Ausbauchungen. Auch die Ausbauchungen werden allmählich unter Streckung noch mindestens teilweise zu Kurzstäbchen, die allerbreitesten Teile allerdings zerfallen. Nach Lafar sind übrigens die gequollenen, aufgetriebenen Formen teilweise auf Säurewirkung zu beziehen.

Bacterium typhi. Eberth, Gaffky.
Tab. 16 u. 17.

Trivialname: Typhusbacillus.

Litteratur: Erschöpfendes Litteraturverzeichnis (689 Nummern) bei Lösener (A. G. A. XI. 207).

Mikroskopisches Aussehen: In Organen meist kurze, ziemlich plumpe Stäbchen (1,0—3,2 μ lang und 0,6—0,8 μ breit), viel seltener kurze Fäden. In Kulturen kommen alle Formen vom kurzen Stäbchen bis zum langen Faden vor, namentlich auf den sauer reagierenden Kartoffeln sind Fäden gut entwickelt. Die an einem Ende der Fäden auftretenden glänzenden Polkörner sind keine Sporen (siehe unten). Es soll aber nach Leo Müller die Reichlichkeit und Regelmässigkeit des Auftretens dieser Körner auf schwach sauren Nährböden das Bact. typhi vor dem B. coli auszeichnen. (A. K. I. Band, Heft I 1894.) [17. VIII.]

Eigenbewegung und Geisseln: Lebhafteste Eigenbewegung der kürzeren Stäbchen; an Fäden ist sehr schön eine schlängelnde Bewegung zu sehen. Die Geisseln sind lang und geschlängelt und sitzen

in der Zahl von 8—14 rings an der Oberfläche des Bacteriums. [17. IX. X.]

Färbbarkeit: Nicht nach Gram.

Anforderung an Nährböden, Temperatur und Sauerstoff: Wächst aërob meist besser, immerhin auch anaërob und in Kohlensäure ziemlich gut. — Wächst auf allen gebräuchlichen Nährböden gut, verträgt gut Säure. Optimum c. 37°. Auf eiweissfreier Uschinskylösung und ähnlichen Zusammensetzungen wächst er kümmerlich.

Gelatineplatte:

a) Natürl. Grösse. Aufliegende: Anfangs kleine, gelbliche, punktförmige Kolonien, nach kurzer Zeit rundlich, unregelmässig zackig, oder zart gelappt, glänzend; Rand hell, durchscheinend grau, Mitte der Kolonie weisslich, opak, graugelblich, zuweilen ein wenig erhaben. Tiefliegende: Punktförmig, später rundlich oder meist wetzsteinförmig, gelblich. [17. III.]

b) *50fache Vergrösserung*. Aufliegende: Bis zu 48 Stunden ist die Kolonie vollkommen ungefärbt, durchscheinend, Rand lappig gebuchtet, glatt. Die Oberfläche wellig erhaben mit zahlreichen in sich verzweigten, stark reflektierenden, weissen, gewundenen Strichen, die wie eingeschnitten erscheinen. Die Kolonie erscheint dann ziemlich homogen, graugelblich mit weissen nach dem dunkleren Centrum zu verlaufenden, gebogenen Linien und Bändern, zwischen denen Andeutungen konzentrisch verlaufender Linien zu sehen sind. Diese Linien sind der Ausdruck seichter Falten der Kultur. [17. I.] Bei stärkerer Vergrösserung ($\frac{150}{1}$) [17. II.] sind dem Rande undeutlich parallel ziehende Bogenlinien zu sehen. Nicht selten wird aber die aufliegende Kolonie dicker, und es tritt dann, statt der Windungen etc. in der gelblich fast undurchsichtig erscheinenden Kultur, nur eine unbedeutende Schraffierung durch hahnentrittartige Figuren hervor. [Vrgl.

15. VI.] Es können aber auch alle bei Bact. coli Tafel 14 u. 15 abgebildeten Formen vorkommen, auch einzelne Schnörkel und schwänzchenartige Anhänge wie bei [15. I.] Tiefliegende: Runde bis rundliche Kolonien, hellgelb, homogen, zart, grau, schattiert, glattrandig [16. VII.] vergl. auch [15. V].

Gelatinestich: Stich: Fadenförmig, schwach gekörnt, weisslich grau [16. III]. Auflage: Dünn, weiss, graugrünlich irisierend, äusserst durchscheinend, rundlich, zackig, mattglänzend, nicht erhaben bis gegen den Glasrand vordringend. [16. IV.]

Gelatinestrich: Ziemlich ausgebreiteter, weisser, dünner Belag, wie die Stichauflage.

Agarplatte:

a) Natürl. Grösse. Aufliegende: Unregelmässige, rundliche, grauweissliche Kolonien, glänzend, etwas erhaben; Tiefliegende: Punktförmig grau. [17. IV].

b) 60fache Vergrösserung. Aufliegende Kolonien: Rund bis rundlich, glattrandig, hellgelblich nach der Mitte zu dunkler, fein bis grob punktiert, am Rande durchscheinend, von der Mitte gehen in den meisten Fällen dunkelgelbe, gewundene oder zackige Linien aus; Morulaform selten [17. VI]. Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig, glattrandig oder rauh, braungelb, undurchsichtig, ohne innere Zeichnung oder fein granuliert. [17. V.]

Agarstich: Stich: Fadenförmig, zuweilen etwas gekörnt, grau [16. I.] Auflage: Unregelmässig rundlich, fast glattrandig, weisslich grau, fettglänzend, erreicht sehr bald den Rand des Glases. Später gelblichgrau. [16. II.]

Agarstrich: Ziemlich ausgebreitete Auflagerung, wellig, glattrandig, weisslichgrau, glänzend, zuweilen an manchen Stellen löcherig durchscheinend, Condenswasser klar, geringer Bodensatz. [16. V.]

Bouillonkultur: Getrübt, mässiger Bodensatz, der sich beim Schütteln homogen verteilt.

Milchkultur: Koaguliert nicht die Milch, selbst nach wochenlangem Stehen, bildet darin trotz lebhafter Vermehrung nur sehr wenig Säure.

Kartoffelkultur: Von dem Impfstrich aus überzieht die Kartoffel in weiter Ausdehnung ein äusserst zartes, feuchtes, oft fast ganz unsichtbares Häutchen, [17. VII], das, mit einer Platinnadel berührt, sich zuweilen in schleimige Fädchen ausziehen lässt. Dieses zuerst von Gaffky (Mitth. a. d. G. A. II. 372) als charakteristisch beschriebene und lange für eines der wichtigsten, specifischen Merkmale gehaltene Kennzeichen fehlt manchen Typhusrassen; andere, die auf sauren Kartoffeln typisch wachsen, zeigen wenigstens auf alkalischen Varietäten oder alkalisierten Stücken ein atypisches üppiges, grauliches, weisses, bräunlichgelbliches, bald mehr feuchtes, bald mehr trockenes, oft nicht sehr ausgebreitetes, an B. coli erinnerndes Wachstum. Vrgl. [14. IX.]

Keine Sporenbildung: Die früher für Sporen gehaltenen, namentlich auf schwach sauren Kartoffeln erscheinenden Gebilde, sind, wie H. Buchner (C. B. IV. 352) zuerst zeigte, von zweierlei Art. Im ungefärbten Bacterium täuschen lichtbrechende „Polkörner" Sporen vor — dieselben färben sich aber besonders leicht mit Anilinfarben (vor den Bakterien) und verleihen den Bakterien keine erhöhte Resistenz. Im erhitzten und gefärbten Präparat entstehen Lücken, die durch ihre Form Grösse und Unfärbbarkeit mit gewöhnlichen Methoden Aehnlichkeit mit Sporen haben, niemals ist aber auch eine solche Lücke mit Sporenfärbemitteln zu färben. Nach H. Buchner liegen diese rundlichen Lücken vorwiegend an den Enden der Stäbchen, nach Leo Müller vorwiegend in der Mitte, während die gefärbten Massen die Pole einnehmen. B. coli soll viel unregelmässigere und wenig konstante Lückenbildung aufweisen.

Widerstandsfähigkeit:

a) Gegen Austrocknen: Vertragen Aufbewahren in trockenem Zustande monatelang, nach Uffelmann sogar in Erde und Kleidern 1 bis 2 Monate lang.

b) Kälte und Wärme: Janowski (C. B. VIII. 167. 417. 449). — Sie vertragen Kälte gut.

c) Chemische Desinfektionsmittel: vergl. Köhler. (C. B. XIV. 89.)

Die Lebensdauer im Körper des Menschen kann sehr beträchtlich sein; Sahli hat 50 Tage nach Beginn der Erkrankung im Pleuraexsudat, Hintze 10 Monate nach einer Typhuserkrankung in periostitischem Eiter Typhusbakterien nachgewiesen.

Chemische Leistungen: Farbstoffbildung fehlt, ebenso die Bildung wesentlicher Geruchsstoffe. Reduzieren Lackmuslösung, verwandeln Nitrat in Nitrit, bringen Nitrit langsam zum Verschwinden. Bilden aus Traubenzucker Linksmilchsäure, schwach aus Milchzucker; aus keinem Kohlehydrat sichtbare Gasblasen. (Schon von Buchner A. H. III. p. 425. 1885 konstatiert). Schwefelwasserstoffbildung sehr stark, Indol fehlt. Die Kulturen sind reich an Toxinen, die, durch Filtration keimfrei gemacht, stark krankheitserregend wirken.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Bisher in nicht sehr zahlreichen Fällen in Wasser und Boden, die mit Typhusdejekten in Berührung kamen. Neuestens von Lösener in 5 Fällen in Bodenproben, Leichenteilen und Stuhl, wo kein Verdacht auf Anwesenheit von Typhusbakterien bestanden hatte, nachgewiesen.

b) Im gesunden Organismus bisher niemals.

c) Im kranken Menschen: Bei Typhuskranken als Krankheitsursache. Am sichersten gelingt die Züchtung aus Milz- und Lymphdrüsen, in denen er sich stets in kleinen Herdchen verstreut

findet. Häufig ist auch im Blut (Herzblut, Venenblut, Roseolablut) der Nachweis gelungen — allerdings auch schon so häufig missglückt, dass die Bedeutung der Blutuntersuchung für Sicherung der klinischen Diagnose nicht gross ist. Man scheint grössere Blutmengen zu Kulturen verwenden zu müssen (Thiemich C. B. XVIII 591), in 1 Tropfen Blut erhielt Janowski in 26 Fällen nur negative Ergebnisse (C. B. V. 661). In den Nieren, Leber, Galle (Chiari) und besonders im Harn (H. Neumann C. B. VIII. 80) ist es auch recht häufig nachgewiesen. — Verhältnismässig selten finden sich Angaben über gelungene Züchtungen aus Typhusstühlen, (vergl. p. 221). Das Typhusbacterium kann die verschiedensten Komplikationen des klinischen Typhusbildes selbst bedingen, mit Sicherheit ist es als alleiniger Erreger nachgewiesen in Fällen von serösen resp. eiterigen Entzündungen von Rückenmark, Gehirn und ihren Häuten, der Lungen und Niere, bei erysipelatösen, phlegmonösen, abscedierenden Erkrankungen Typhöser (Knochen, Haut, Hoden, Lymphdrüsen, Parotis, Thyreoidea, Milz u. s. f.). Die pyogene Funktion des B. typhi wird heute nicht mehr bestritten, ist auch durch Versuche am Kaninchen nachgewiesen. Immerhin werden (in der Mehrzahl?) in vielen Fällen Mischinfektionen mit Micrococcus pyogenes, Streptococcus pyogenes oder lanceolatus u. s. f. an den Komplikationen Schuld sein

Experimentelle Erfahrungen über Pathogenese am Tier. Nach der in Deutschland zur Zeit ziemlich allgemein anerkannten Anschauung ist die Erzeugung einer dem Typhus abdominalis des Menschen analogen Infektionskrankheit bisher bei keinem Tier und bei keinem Infektionsmodus befriedigend gelungen. In der Regel gehen subkutan eingebrachte Bakterien rasch zu Grunde, vermehren sich wenigstens nicht, die beobachteten Schädigungen kommen

in gleicher Weise auch durch filtrierte Kulturen zustande, sie sind also die Folge einer Intoxikation, nicht einer Infektion. (Sirotinin Z. f H. I. 465.) Obwohl gegen intraperitoneale Applikation virulenter Kulturen Mäuse und Meerschweinchen ziemlich empfindlich reagierten, musste Petruschky die Symptome doch mehr als Intoxikation als wie Infektion deuten. Eine Vermehrung der Bakterien fand nur auf den serösen Häuten statt, in Blut und Organen waren stets nur wenige vorhanden. (Z. f. H. XII. p. 261.)

Chantemesse und Widal vertreten einen etwas anderen Standpunkt (A. P. 1892. 755). Mäuse und Meerschweinchen (viel weniger Kaninchen) sind durch hochvirulente (z. B. ganz frisch aus dem Körper gezüchtete) Typhuskulturen nicht nur zu vergiften, sondern auch zu infizieren. Alte Kulturen werden virulent, wenn man 4 cbcm der Bouillonkultur subkutan und gleichzeitig 8—10 cbcm sterilisierte Streptokokkenbouillon intraperitoneal einimpft. Wenn man etwas von dem peritonealen Exsudat des gestorbenen Tieres, einige Stunden mit dem mehrfachen Volum Bouillon bei 37° gehalten, einem zweiten Tier subkutan beibringt und gleichzeitig auch nur eine kleine Menge Streptokokkenbouillon ins Peritoneum einimpft, so erhält man im Peritonealexsudat ein etwas virulenteres Typhusbacterium und nach 25 solchen Tierpassagen ist die Virulenz so gross, dass der Tod auch ohne Streptokokkenbouillonmithilfe eintritt. Die septicaemische Erkrankung hat wenig Aehnlichkeit mit dem menschlichen Typhus. — Sanarelli verstärkte ähnlich die Typhusbakterienvirulenz durch gekochte B. coli oder B. prodigiosum Kulturen. (A. P. 1892. 505). Auch er gewann schliesslich echt tierpathogene Rassen.

Specielle Züchtungsmethoden des Bact. typhi.

Leicht ist die Züchtung aus Milz und Lymphdrüsen einer frischen Typhusleiche mittelst Agarplatten. Anders liegt die Sache, wenn in Wasser, Faeces etc. der Pilz zu suchen ist. Die Thatsache, dass der Nachweis des Typhusbacterium in Mischungen mit anderen Bakterien allen Autoren sehr schwierig erschien,[1]) hat zu zahllosen Vorschlägen geführt, an Stelle der einfachen Gelatineplatten-

[1]) Ein Bild von der Schwierigkeit giebt die Thatsache, dass vielen Autoren nicht gelang, Typhusbakterien aus Typhusstühlen zu isolieren, ja dass Nicolle, Grimbert und Chantemesse es direkt für unmöglich erklärten, Typhusbakterien wiederzufinden, die sie einem Wasser mit reichlichen Colibakterien zugesetzt hatten.

anfertigung bessere Methoden zu setzen. Ein grosses Misstrauen gegen alle diese Vorschläge muss es aber erwecken, dass eigentlich jeder neue Autor die Vorschläge seines Vorgängers kritisierte und meist — verwarf.

Die beiden principiell verschiedenen Wege, die betreten wurden, waren:

1) Vorkultur. Man bringt das verdächtige Wasser mit Nährstoffen und irgend einem Antisepticum 24—48^h in den Brutschrank. Wasserbakterien, namentlich eine Reihe verflüssigender Arten, gehen so zu Grunde, während sich Bact. typhi und coli, die eine etwas höhere Resistenz gegen Desinfektionsmittel haben, bei Bruttemperatur vermehren. Leider vermehren sich aber die raschwüchsigen Coliformen viel intensiver als das Bact. typhi, und wenn man dann die Vorkultur zur Besaeung von Platten benützt, so erhält man zwar fast sicher viele Coliformen, aber nach der Mehrzahl der kritischen Autoren viel weniger Typhusbakterien als in der Ausgangsflüssigkeit waren. (Lösener.)

2) Direktes Anlegen von Platten auf Gelatine mit Zusatz entwickelungshemmender Stoffe: Phenol, Salzsäure, Methylviolett, Kartoffelsaft etc. Lösener, der neuestens all diese Methoden durchprobiert hat, empfiehlt als einzig brauchbare Methode: Anlage von direkten Platten aus Gelatine mit 0,03—0,05% Phenolzusatz. Am besten werden die Platten nach Kruse mit Oberflächenaussaat beschickt (Techn. Anhang). Auf dieser Karbolgelatine wachsen die Kolonien von Bact. typhi und coli in gewöhnlicher Weise, viele andere namentlich verflüssigende Arten sind in der Entwickelung dagegen stark gehemmt. Alle typhusartigen Kolonien sticht man in verflüssigten 2% Traubenzuckeragar ab (eventuell einige Dutzend Röhrchen) und hält die Schüttelkulturen 24^h im Brutschrank. Die Röhrchen, die nicht gegoren haben, untersucht man weiter, nach pag. 221.

Ungefähr gleichzeitig mit Lösener hat Elsner im Koch'schen Institut Methoden des leichtern Typhusbakteriennachweises durch geeignete Nährböden auspro-

biert und in Anlehnung an die Holz'sche Kartoffelgelatine[1]) — die vielen Autoren schlechte Resultate geliefert — eine neue 1% Jodkalium enthaltende, schwach saure Kartoffelgelatine empfohlen. (Siehe techn. Anhang.) Die Methode wird sehr gelobt. (Z. H. XXI. 25.)

Nach Elsner wachsen auf seinem Nährboden fast nur Bact. typhi und coli, die verflüssigenden Arten bleiben ganz aus. Bact. coli wächst recht gut, und stellt nach 24^h schon völlig ausgewachsene Kolonien dar.

Im Gegensatz dazu wächst Bact. typhi sehr langsam, nach 24^h ist kaum etwas zu sehen bei schwacher Vergrösserung, nach 48^h erscheinen die Typhuskolonien als kleine, hellglänzenden Wassertropfen ähnliche, äusserst fein granulierte Kolonien neben den grossen, viel stärker granulierten braungefärbten Kolonien des Bact. coli.

Die Methode soll die trefflichsten Resultate geben, auf das leichteste die Isolierung des Typhusbacteriums namentlich aus Stühlen gestatten und die Resultate in bester Uebereinstimmung mit Pfeiffer's Typhusreaktion (vergl. unten) sein.

Wir haben die Methode noch nicht genügend erprobt, um ein abschliessendes Urteil zu wagen, was wir aber sahen, war nicht besonders ermutigend. Unzweifelhaft wird man alle grossen Kolonien für Bact. coli erklären dürfen, unter den kleinen dürfte aber oft auch ein grosser Prozentsatz Bact. coli sein.

Specielle Differentialdiagnose des Bact. typhi, besonders gegen Bact. coli.

Folgende Eigenschaften müssen alle konstatiert sein:

1) Kurzstäbchen bis Fadenform, lebhafte Eigenbewegung, reichliche, lange, peritriche Geisseln, Entfärbung nach Gram.
2) Weisses Häutchen auf Gelatine, die nicht verflüssigt wird.

---

[1]) Versetzt man nach Holz's Vorschlag die Kartoffelgelatine mit Karbol, so wachsen sogar die Typhusbakterien uncharakteristisch, lässt man den Zusatz weg, so wachsen sehr viele verflüssigende Keime ganz ungestört.

3) Keine Vergärung von Trauben- oder Milchzucker unter Gasbildung in einer Schüttelkultur.
4) Gleichmässige Trübung der Zuckerbouillon im Gärröhrchen ohne Gasbildung. Keine Säurebildung aus Milchzucker, mässige aus Traubenzucker.
5) Keine Milchkoagulation.
6) Fehlende Indolbildung in Peptonwasser.
7) Endlich legt Lösener Wert darauf, durch Kulturen in Petruschky's Lackmusmolke (bei 37°) den Nachweis zu führen, dass das fragliche Typhusbacterium in ca. 48^h aus 10 cbcm Molke nicht mehr als 3,0 $^1/_{10}$ Normalsäure bildet, während die Colibakterien über 7 cbcm bilden.[1])

Sind all' diese Eigenschaften nachgewiesen, so darf ein aus dem kranken Menschen stammender Organismus mit Sicherheit, ein aus Wasser etc. gewonnener mit grosser Wahrscheinlichkeit als Typhusbacterium angesehen werden.[2])

Auszuschliessen ist die Diagnose Bacterium typhi:[3])

Wenn nachgewiesen ist eine der folgenden Eigenschaften:

---

[1]) Ueber diese Punkte ist jetzt eine sehr befriedigende Uebereinstimmung erzielt. Allerdings beruht die Uebereinstimmung wohl z. T. auf einem Uebereinkommen, es wird nämlich all das, was diese Eigenschaften der typischen Typhuskultur nicht zeigt, einfach als verschieden vom Typhus erklärt unter der nicht gerade wahrscheinlichen Annahme, das Typhusbacterium variiere nicht.

[2]) Von geringerer Bedeutung für die Diagnose sind: 1) Das mikroskopische Aussehen der Gelatineplatten, da es mit Bac. coli fast identisch sein kann, 2) Das zarte Wachstum auf der Kartoffel, da es Typhusbakterien giebt, die wie B. coli üppig wachsen. Wenn man eine Kartoffelkultur diagnostisch verwerten will, so muss man stets 2 Scheiben aus der gleichen Kartoffel in eine Dose bringen und die eine mit der fraglichen, die andere mit einer echten Typhuskultur impfen (Germano und Maurea). Nach diesen Autoren, denen sich Lösener anschliesst, wäre eine Abweichung vom Wachstum des echten Typhusbacteriums auf gleicher Kartoffel ausreichend zum Ausschluss der Diagnose Typhus. 3) Das Züchten auf Nährböden, die mit Antisepticis versetzt sind (Phenol, Formaldehyd, Säure etc.), es verträgt das Bact. coli stets etwas mehr wie das Typhusbacterium.

[3]) Ueber das Verhalten des Bact. coli zum Bact. typhi ist

1) Fehlende Bewegung, fehlende oder polar stehende Geisseln. Typische Sporen. Färbbarkeit nach Gram.
2) Fehlendes Wachstum bei Körpertemperatur.
3) Milchkoagulation. Gasbildung in Traubenzuckeragar oder im Gärkölbchen.
4) Gelatineverflüssigung.

Neueste Fortschritte der Typhusdiagnose.

In neuester Zeit hat die bei Vibrio cholerae ausführlich geschilderte Differentialdiagnose von Rich. Pfeiffer mit Immunserum von verschiedenen Seiten (Pfeiffer, Dunbar, Löffler und Abel) sehr grosse Empfehlung gefunden. Wir verweisen für das Prinzip und die Ausführung der Methode auf die bei Vib. cholerae zu gebende Darstellung und bemerken nur, dass wertvolle Einzelheiten und die neueste Litteratur in der Arbeit von Löffler und Abel (C. B. XIX. 51) zu finden sind.

Bei den Versuchen trat eine ausgesprochene specifische Vernichtung der Bakterienart ein, mit der das Immunserum erzeugt war; es ergab sich aber, dass auch normales Serum die minimal letale Dosis Typhus und Colibakterien und niedere Multipla desselben in der Bauchhöhle des Meerschweinchens vernichtet.

Auch in der Ausbildung, die Pfeiffer's Methode durch Gruber und Durham gefunden (vergl. bei Vibrio cholerae), ist dieselbe für Typhus gut verwendbar. Negativer Ausfall beweist stets Abwesenheit von Typhusbakterien, ein positiver Ausfall ist aber nicht beweisend, weil z. B. Bacterium enteritidis Gärtner ganz wie Bact.

---

sehr viel gearbeitet und fast noch mehr geschrieben. Objektiv betrachtet liegt die Sache so, dass zahlreiche Wahrscheinlichkeitsgründe dafür sprechen, dass sich aus dem Bact. coli durch Verlust gewisser zymogener und Gewinn gewisser pathogener Eigenschaften das Bact. typhi erhalten lasse — aber solid bewiesen ist eine solche Umwandlungsmöglichkeit durch keine einzige Experimentaluntersuchung. Wir mögen also glauben, was wir wollen, vorläufig sind Bact. coli und Bact. typhi noch zwei verschiedene Organismen. Durch den von verschiedenen Seiten erbrachten Nachweis, dass Bact. coli seine Indolbildung und Milchkoagulationsfähigkeit einbüssen kann, ist nichts wesentliches für die Frage geleistet.

typhi reagiert. Es bleibt abzuwarten, was sich aus diesen viel versprechenden Anfängen noch entwickelt. Vergl. Münch. med. Woch. 1896. N. 9 u. 13.

Bacterium coli Escherich.
Tab. 14 u. 15.

Synonyme: Bact. coli commune Esch. (Darmbakterien des Säuglings, Stuttgart 1886). Vergl. Schluss.

Litteratur: Kiessling Sammelreferat Hygien. Rundschau 1893. III. Lösener A. G. A. XI. 207. Germano und Maurea (Ziegler's Beiträge XII. 494; C. B. XV. 62.); Tavel und Lanz (C. B. XIV. 705) Von Stöcklin (C. B. XVI. 130.)

Trivialname: Colonbacillus, Colibacillus, „Coli", „Escherich".

Mikroskopisches Aussehen: Je nach dem Nährboden und dem Alter der Kultur kommt das B. coli als fast isodiametrische Ovalformen oder (und zwar in der Regel) als Kurzstäbchen von 2—4 μ Länge und 0,4—0,6 μ Breite, seltener in Form kürzerer oder längerer Fäden vor. Enden abgerundet. Nicht selten liegen zwei Kurzstäbchen paarweise zusammen, auch Stäbchenketten kommen vor. Unter ungünstigen Bedingungen (alte Kartoffelkulturen, Sodabouillon) treten leicht färbbare Polkörner an den Stäbchenenden auf, während die Mitte ungefärbt bleibt. — Junge Stäbchen zeigen stets kräftige Eigenbewegung. Unbewegliche Formen siehe sub Bact. lactis aërogenes. [15. VIII. IX.]

Färbbarkeit: Leicht nach den gewöhnlichen Methoden schon in der Kälte — nicht nach Gram.[1])

[1]) Alexander Schmidt hat unter Escherich (C. B. XIII. 761) gefunden, dass die Darm bewohnenden Bakterien aus der Coligruppe sich nach Gram färbten, wenn sie aus fetthaltigen Stühlen stammten, aber entfärbt wurden, wenn sie aus fettarmen, diarrhöischen Stühlen zur Untersuchung kamen. Es gelang durch Züchtung in Fett (Butter) haltiger Gelatine und Agar wirklich Coli zu züchten, der sich nach Gram färbte und meist als schlankes Stäbchen auftrat. Entfettungsmittel nehmen den auf fetthaltigem Nährboden gewachsenen Bacillen die Eigenschaft der Färbbarkeit nach Gram nicht, aber sofort verliert sich dieselbe.

Form und Anordnung der Geisseln: Die Mehrzahl der Autoren und wir selbst finden die Geisseln ähnlich, aber etwas weniger zahlreich wie beim Bact. typhi, das heisst 4—8 Stück peritricher, langer, schwach wellig gewundener Geisseln. Von Stöcklin hat in dieser Hinsicht bei einzelnen Coli „Arten" sehr grosse Abweichungen gefunden, einige stimmten allerdings mit der eben gegebenen Beschreibung, eine grössere Zahl besass 1—3—5 Geisseln, einige überhaupt nur eine einzige endständige. In der sehr sorgfältigen Arbeit von Remy und Sugg sind die Geisseln des B. coli als etwas kürzer wie bei Bact. typhi und als sehr fein bezeichnet (C. B. XIV. 70). Wir können das nicht allgemein bestätigen, denn unter den c. 12 verschiedenen von uns gefärbten Formen waren auch sehr langgeisselige. Zuweilen gehen die Geisseln von einer farblosen Kapsel aus.

Sauerstoffbedürfnis: Wächst am besten aërob, namentlich auf zuckerhaltigen Nährböden, anaërob wächst er etwas schwächer; noch schwächer, wenn dabei der Zucker fehlt. Gedeiht auch in Kohlensäure, wenn auch etwas schlechter.

Ansprüche an Temperatur und Nährböden: Wächst schnell, schon bei Zimmertemperatur, und sehr gut bei 37°, nimmt mit den verschiedensten Nährböden vorlieb, verträgt noch stark saure Reaktion, produziert aber doch in den Zuckernährböden nicht selten mehr Säure, als er vertragen kann, sodass er abstirbt. Wächst gut in eiweissfreien Nährböden.

Vorbemerkung über das makroskopische Wachstum des Bact. coli: Alle gut beobachtenden neueren Autoren (Dunbar, Ferrati, Lösener etc. etc.) geben an, dass

---

sowie wieder Kulturen auf gewöhnlichen Nährböden angelegt werden. — Es gelang uns in mehrfachen Versuchen leider nicht, diese wichtige Beobachtung ebenfalls zu machen.

[1]) Wir fassen vorläufig die Formen, die statt einer grösseren Zahl peritricher Geisseln nur 1—wenige polarstehende haben, als besondere „forma polaris" Lehm. et Neum. auf (vergl. pag. 232).

Bact. typhi und Bact. coli nicht mit Sicherheit durch Betrachtung ihrer Kulturen unterschieden werden könnten, nur wachsen im allgemeinen die Colibakterien üppiger auf den verschiedenen Nährböden. Nach der ausführlichen Beschreibung des Bact. typhi dürfen wir uns deshalb hier grosser Kürze befleissigen, wenn wir uns nicht wiederholen wollen. — Die Farbe geht von weiss, manchmal bei dicken Auflagerungen etwas in graulich oder gelblichweiss über.

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Wie Bact. typhi; nur sind hier saftige, opake Formen (nicht selten etwas tropfenförmig über den Nährboden emporragend) häufiger als die dünnen, zarten, irisierenden Auflagerungen, wie sie bei Typhus Regel sind. [15. II.]

b) 70fache Vergrösserung: Von Bact. typhi nicht sicher zu unterscheiden [vergl. 15., VI], immerhin sind die schönen auffallenden Furchensysteme bei Bact. coli selten gut ausgebildet. Mehrfach beobachteten wir, dass die in der Regel rundlich bis wetzsteinförmigen, tiefen Kolonien (vergl. das Bild bei Typhus 17. V und 18. VII beide Typen sind sehr häufig) ganz wunderbare gedrehte, gelappte, geschwänzte Formen zeigten, die an die Zoogloeen des Bact. vulgare erinnern, und für die wir nur hohe Temperatur (Weichheit der Gelatine) verantwortlich machen können. Aehnliches hat W. Rosenthal seither beschrieben. (Deut. Arch. klin. Med. LV. 313.)

Gelatinestich und Strich: Wie Bact. typhi, nur etwas dicker, opaker, raschwüchsiger. Niemals Verflüssigung. [14. I, II.]

Agarplatte: Kolonien ganz wie Bact. typhi, nur meist etwas dicker und saftiger. — Bei $\frac{70}{1}$ erscheinen die tiefliegenden Kolonien manchmal etwas rauh und

knollig [14. VI.], die aufliegenden meist rundlich, feinpunktiert, ziemlich strukturlos und undurchsichtig, anderemale sind sie feinlappig mit maulbeerartiger Zeichnung.

Agarstrich und Stich: Wie Bact. typhi, oft etwas üppiger. [14. III. IV. V.]

Bouillonkultur: Getrübt, Bodensatz mässig schleimig, beim Aufschütteln aufsteigend und sich homogen zerteilend. Zuweilen deutliche Häutchenbildung an der Bouillonoberfläche.

Milchkulturen: Milch wird meist rasch koaguliert, seltener langsam. Bei der Fähigkeit, Milchzucker zu zersetzen, kann die Milchkoagulation nie fehlen. Nicht koagulierende Formen siehe unter: Bact. cholerae suum.

Kartoffelkultur: Wellig umrandete Kultur, anfangs gelblichweiss—graulichgelb, später erbsengelb bis gelblichbraun und graubraun, teils flach, teils stark erhaben, meist glänzend saftig, seltener trocken und matt. Die Kartoffel wird in der Umgebung der Kolonie meist verfärbt [14. IX.] — Selten findet man bei Bact. coli ein zartes, fast unsichtbares an das des Bact. typhi erinnerndes Kartoffelwachstum.

Widerstandsfähigkeit gegen die verschiedensten Schädigungen, etwa wie Bact. typhi. Gegen Säuren, Formalin und andere chemische Stoffe ist er noch widerstandsfähiger. Nach Walliczeck soll er Austrocknen schlecht ertragen. (C. B. XV. 950).

Chemische Leistungen:

a) Farbstoffbildung: Nur auf Kartoffeln und stets mässig (gelbbraun).

b) Geruch- und Geschmackstoffe: Uncharakteristische, übelriechende Stoffe werden von der Agar- und Gelatine- besonders aber Kartoffelkultur entwickelt.

c) Gas und Säurebildung aus Kohlehydraten: Traubenzucker und Milchzucker wird unter Bildung eines Gemisches von Essigsäure, etwas Ameisensäure und Milchsäure vergoren; nach Oppenheimer 70% flüchtige, 30%

nicht flüchtige Säure, ausserdem etwas Jodoform bildende Substanz (Alkohol). Manche Rassen vergären auch Rohrzucker. Dabei entsteht reichlich CO_2 und H_2 in verschiedenem Verhältnis — wir fanden etwa $^1/_4$ CO_2, das übrige ist H und etwas Stickstoff — kein Grubengas. Nach Péré (A. P. 1893) bildeten 3 verschiedene Bact. coli gerade wie Bact. typhi Linksmilchsäure auf Traubenzucker-Nährböden, die als Stickstoffquelle Pepton enthielten. War aber Ammoniak die Stickstoffquelle, so bildeten merkwürdiger Weise nur Bact. typhi und ein aus dem Menschen isoliertes Bact. coli Linksmilchsäure, die beiden anderen Colistämme (aus Käse und Tierfaeces) Rechtsmilchsäure.

d) Starke H^2S-bildung auf Pepton, meist reichlich Indol — Spuren von Indol haben wir nie vermisst.

Karplus fand bei einem Patienten im Harn einen typhusbakteriumähnlichen Organismus, der aus den schwefelhaltigen Substanzen des Harns Schwefelwasserstoff und Methylmercaptan reichlich entwickelte. (C. B. XVI, 701.)

e) Harnstoffzersetzung selten, vergl. pag. 229.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: In Kanalwasser, verunreinigtem Wasser, aber auch in Brunnen, die man kaum als verunreinigt beargwöhnen kann, finden sich sehr häufig Organismen, die in den Rahmen des Bact. coli passen (v. Freudenreich, Lehmann und Neumann). Je enger wir die Definition fassen, um so mehr schränkt sich die Zahl der Befunde ein. So erklärt z. B. Schardinger (C. B. XVI. 853) die Anwesenheit Traubenzucker vergärender, im Brutschrank gedeihender, coliartiger Wasserorganismen für häufig — das Vorkommen des B. coli aber trotzdem für selten. Die Mehrzahl der beobachteten Gärungserreger unterscheide sich von Coli leicht durch milchweisse, schleimige, fadenziehende Kolonien auf der Platte (vergl. unten).

Wir haben bei jeder Untersuchung von typhusverdächtigem Wasser, wenn wir eine Vorkultur anwendeten, mit Leichtigkeit Organismen gefunden, die auf unsere Definition des Bact. coli passten.

b) Im gesunden Organismus: Im Darmkanal schon in dem ersten Milchkot, wird in keinem menschlichen oder tierischen Darme zu normalen Zeiten vermisst. In 32 Leichen gesunder Personen, die 24—36^{h} nach dem Tode untersucht wurden, fand sich 16 mal B. coli — namentlich in Leber und Niere, wohl aus dem Darme ausgewandert. Wurtz et Hermann (C. B. XII. 388).

c) Im kranken Menschen: (Die beweglichen und unbeweglichen Formen sind bisher nicht stets auseinander gehalten). Als Erreger der mannigfachsten Krankheiten namentlich der Abdominalorgane Peritonitis, Cystitis[1]) (teils allein, besonders wenn der Harn sauer ist, teils mit Bact. vulgare vergesellschaftet, vergl. pag. 247) Urethritis, Pyelonephritis, Nephritis suppurativa, Perinephritis. Auffallend häufig bei Strumitis suppurativa. Eine Reihe von Darmaffektionen scheinen mit virulenten Formen der Coligruppe zusammenzuhängen, jedenfalls sind nach Dreyfuss (C. B. XVI, 581) die aus dem kranken Darm isolierten Formen viel virulenter für Kaninchen, als die aus dem gesunden isolier-

---

[1]) Der von den verschiedenen Autoren (Rebland, Clado, Hallé, Albarran u. a.) unter sehr verschiedenen Namen beschriebene Cystitismikrobe, der Gelatine nicht verflüssigt, scheint fast stets B. coli gewesen zu sein. Das Bact. coli scheint in Harnstoff zersetzenden und nicht zersetzenden Formen resp. Rassen vorzukommen. Hallé und Dissard wiesen sehr genau eine Harnstoffzersetzung durch Bact. coli nach. Schnitzler konnte dagegen keine Harnstoffzersetzung durch B. coli konstatieren, Barlow fand 5 mal B. coli als Cystitiserreger bei saurem unzersetztem Harn. Krogius behauptet sogar, dass bei Coli-Cystitiden der Harn stets sauer sei.

ten. Nach Maggiora wäre eine grosse Ruhrepidemie in Oberitalien darauf zurückzuführen. Arnaud (A. P. 1894) erklärt ihn für den Erreger der Dysenterie der heissen Länder, auch Celli und Fiocca führen die Dysenterie auf eine intensive Gifte bildende Form des Bact. coli (C. B. XVII. 309) zurück. Manche Autoren beziehen auch einzelne Fälle von Cholera nostras darauf. Die meisten Fälle von „typhöser" oder choleriformer Erkrankung nach dem Genuss kranken Fleisches beruhen darauf (s. u.). — Seltener ist Bact. coli Ursache von Pneumonie (Klein, C. B. V. 625), Leptomeningitis der Säuglinge, Icterus gravis, Winckel'scher Krankheit, Melaena neonatorum, Puerperalfieber, Panophthalmie, Wundinfektion (Wunddiphtherie). Thoinot und Masselin schuldigen es auch als Erreger vieler Myelitiden an, wie sie solche am Kaninchen experimentell erzeugen konnten. (C. B. XVI. 919.)

d) Bei Tieren: Bei septischen Infektionen (Puerperalfieber, septischer Nabelschnurentzündung etc.) des Rindes. Vergl. Hogcholera p. 233.

Experimentelle Erfahrungen über Pathogenese:

a) am Tier: Man darf sagen: Ganz ähnlich wie der Micr. pyogenes besitzt das Bact. coli die verschiedensten Grade von Virulenz, die verschiedenen morphologischen und biologischen schwankenden Charaktere sind ganz unbrauchbar, um einen Schluss auf die Virulenz zu ziehen. Subkutan bringt das B. coli zuweilen nur Eiterung, zuweilen Septicaemie hervor, intraperitoneale Injektion von 1 cbcm. Bouillonkultur ist für Meerschweinchen nach Gabritschewsky stets in ca. 50^{h} tödlich; 50 verschiedene isolierte Colistämme verhielten sich hierin ganz gleich, stets fanden sich Bakterien im Herzblut (C. B. XVII. 833). Nach Vallet soll Züchtung in filtrierter, sterilisierter Abtrittsjauche die Virulenz sehr steigern (C. B. XIV). — Auch die gekochten Kulturen

sind schädlich. Wiederholte subkutane Injektion kleiner Mengen bringt nach Sanarelli eine Immunität gegen virulente Colikulturen (nicht gegen Typhus) hervor. Vom Magen aus sind gekochte Kulturen weniger schädlich, der Magendarmkanal gewöhnt sich bald an grosse Giftmengen, ohne dass deswegen eine Immunität gegen subkutane Injektion von gekochten oder gar lebenden Kulturen endstände. (A. P. 1894 p. 355).

b) am Menschen: Pathologisch aetiologische Erfahrungen, die die Bedeutung von Experimenten haben, sind am Menschen mit dem zu Coli zu ziehenden B. enteritidis Gärtner und B. morbificans bovis Basenau gemacht, die in Fleisch verabreicht, Menschen krank machten; von Gaffky und Paak sind ebenfalls über Fleisch (Wurst) und von Gaffky über Milch ähnliche Erfahrungen mitgeteilt

Specieller Nachweis und Kulturmethoden: Sind Colibakterien reichlich da (Stuhl), so empfehlen sich zu ihrer Isolierung Agarplatten bei 37°. Nach 24^h werden dann zahlreiche Kolonien in verflüssigtem, 2% Traubenzucker enthaltendem Agar zu Schüttelkulturen verarbeitet, nach $16-24^h$ zeigen alle Colibakterien gewaltige Gasbildung, die bis zur Zerreissung des Nährbodens geht. [Fig. 11 p. 86.] Die auf Traubenzuckeragar als gärend erkannten Arten werden mikroskopisch geprüft (ob morphologisch zu den sporenfreien Kurzstäbchen gehörig, und ob Eigenbewegung da ist) und hierauf auf Lactoseagar, Milch, Kartoffeln, gewöhnliche und Traubenzuckerbouillon und Peptonwasser (Indol) übertragen. — Sind wenige Colibakterien da, so empfiehlt es sich, das betreffende Wasser mit 2% Traubenzucker und 1% Pepton 24^h in den Brutschrank zu stellen und dann Platten zu giessen. Zusatz zur Vorkultur von 1—2% Karbolsäure, 0,75% wasserfreier Soda, 1% Salzsäure wird auch empfohlen, wir fanden keinen Vorteil davon.

Unter besonderen Namen beschriebene Formen des Bact. coli.

In den Rahmen des peritrichen Bact. coli, wie wir es eben beschrieben und abgebildet haben, passen sehr viele als besondere Species beschriebene Arten als Unterarten hinein.[1]) Scharfe Grenzen zwischen diesen Unterarten konnten wir keine finden trotz aller Bemühungen. Die in der Litteratur angegebenen Merkmale versagten meist — viele Beschreibungen sind ohne jede Rücksicht darauf entworfen, wie sich die beschriebene Art zu ihren nächsten Verwandten verhält, oder die Differentialdiagnose ist auf das eine oder andere Merkmal gebaut, dessen Veränderlichkeit längst entweder für die Coligruppe selbst oder doch für andere genauer untersuchte Gruppen (Micrococcus pyogenes, Streptococcus pyogenes, St. lanceolatus u. s. f.) feststeht.

Bacillus enteritidis. Gärtner. Morphologisch identisch. Geisseln unbekannt. Nach Lubarsch Milch koaguliert. Ursache einer Fleischvergiftung, bei der sogar die Fleischbrühe noch giftig war. (Korresp. Blätter des ärztl. Vereins für Thüringen. 1888. N. 9.)

Bacillus der Frettchenseuche. Eberth. Entspricht nach unseren Unsersuchungen in allen Einzelheiten dem eben entworfenen Bilde. 4—5 lange peritriche Geisseln. (C. B. V. und VI).

Bacterium brassicae acidae. Lehmann u. Conrad. Von Dr. Conrad in vielen Sauerkrautproben gefunden, Erreger der Sauerkrautgärung. 4—10 sehr lange, dünne Geisseln. Manchmal etwas nach Gram färbbar, unterscheidet sich durch seine Grubengasbildung auf Krautbrühe: Neben c. 80 % CO_2 wird 18% H_2 und 2 % Grubengas gebildet. Vergärt Milchzucker, koaguliert Milch.

Bacillus der Marseiller Schweineseuche. Jobert und Rietsch. (C. B. IV. 270.)

Bacillus der spontanen Kaninchensepticaemie. Eberth und Mandry. (Fortsch. der Med. VIII, 1890. N. 14). Milch wird koaguliert. Anordnung der Geisseln uns unbekannt.

Bacillus indigogenes Alvarez. Er bewirkt in Macerationen und Abkochungen von Blättern der Indigoferapflanze Indigobildung als blaues Häutchen aus dem praeexistierenden Glycosid Indican. Das Bacterium zeigt Eigenbewegung, ist aber sonst makroskopisch wie mikroskopisch und kulturell (Kapsel, Zuckervergärung etc.). dem B. pneumoniae Friedländer sehr ähnlich. Letzteres vermag die Indicanspaltung auch zu bewirken, der Indigobacillus ist auch pathogen. (C. B, II. 441.)

---

[1]) Einzelne Forscher z. B. von Stöcklin versuchten durch Berücksichtigung der Zahl, Länge und Beizbarkeit der Geisseln einzelne Coliformen zu charakterisieren, wir wollen einstweilen froh sein, wenn sich nicht unser Bestreben, die atrichen (Bact. lactis aërogenes), peritrichen und mono- resp. lophotrichen Coli auseinander zuhalten, als undurchführbar herausstellt.

Bacterium coli β polaris Lehm. et Neum.

Morphologisch und biologisch von Bact. coli nicht zu unterscheiden, ausser durch die stets nur an einem oder an beiden Polen sitzende Geissel. Wir lassen es unentschieden, ob diese Art nicht nur eine Form des Bact. coli darstellt. Von uns aus Käse (Emmenthaler), aus den Organen eines verendeten Reh's,[1]) von Stöcklin (C. B. XVI. 130) einigemal aus Faeces, von F. Gärtner aus den Organen eines verendeten Meerschweinchens gezüchtet, näher studiert und pathogen für Meerschweinchen gefunden. (C. B. XV. 1).

Eine ähnliche Form hat Lucksch als Bacterium coli photographiert (C B. XII. 428), nur ist uns auffallend, dass er zur Ansicht kommt, dass das Bact. coli stets 1—3 Geisseln habe, wir haben ähnlich wie Stöcklin unter vielen isolierten „Coliformen" nur wenige eingeisselige gefunden — die, soviel wir bis jetzt wissen, diese Eigenschaft konstant bewahren, weitere Untersuchungen behalten wir uns hierüber vor.

Bacterium cholerae suum. (Migula.) Lehm. et Neum.

Synonyme: Erreger der Hogcholera (Salmon), Svinpest (Bang u. Selander) (C. B. III. 360. XI. 339. XIII. 203), der dänischen Schweineseuche, Swineplague (Billings), Swinefever (Klein) (C. B. XVIII, 106.) Bacillus cholerae suum Migula.

Haupt-Litteratur: Raccuglia. (C. B. VIII. 289.); Th. Smith (C. B. IX. 253. XVI. 231). Silberschmidt (A. P. IX. 65).

Dieser Organismus ist morphologisch durch nichts von Bact. coli zu trennen — makroskopisch und mikroskopisch (mehrere lange peritriche Geisseln) stellt er eine typische Form des Bact. coli dar.

---

[1]) In Tafel 14. XII des Atlas ist der Organismus fälschlich als „Bacillus der Rehseuche" bezeichnet.

Folgende biologische Momente, die unsere Nachuntersuchungen einer Kultur aus dem Rubner'schen Institut bestätigten, lassen den Organismus unterscheiden:

1) Er bildet aus Milchzucker weder Säure noch Gas, geimpfte Milch gerinnt nicht, wird nicht sauer sondern alkalisch.

2) Das auf Traubenzuckerbouillon gebildete Gas ist $^1/_3$ CO_2, $^2/_3$ H_2. (Ähnliche Zahlen lieferte uns Bact. coli.)

3) Bildet weder Indol noch Phenol.

Pathogene Bedeutung: Der Organismus erregt in den nordischen Ländern, sodann in Amerika, neuerdings auch in England und seit etwa 2 Jahren in Deutschland (Graffunder, Deupser) (C. B. XVII. 52) eine verheerende Schweineseuche, über deren Formen Th. Smith (C. B. IX) berichtete.

Akute Form: Haemorrhagische Septicaemie, besonders werden Blutungen in die Lungen, Nieren und die serösen Häute beobachtet (Magen, Darm). Starker Milztumor. Tod in wenigen Tagen. Chronische Form: Tiere abgemagert, Gang wackelig. Grössere und kleinere nekrotische Stellen (Geschwüre) an Lippen, Gaumen, Zunge. Magenschleimhaut stark gerötet, teilweise mit Ekchymosen. Im Dünndarm und Rectum seltener, reichlicher im Blinddarm und Colon sind nekrotische Partien (teils derbe, knopfartige Infiltrate, teils zerfallene Geschwüre) zu sehen. Lungen wenig verändert, seltener kleinere Atelectasen oder Bronchopneumonie. Nieren fast stets erkrankt, Eiweiss und Cylinder im Harn. Milztumor, meist Lebernekrosen. Tod in 2—4 Wochen.

Hogcholera, 5 Monate auf Agar gezüchtet, zeigte kurze Stäbchen mit mehreren 35 μ ja bis 55 μ langen Geisseln, die sehr beweglich waren. Der 1 μ lange Mikroorganismus erhielt dadurch spinnenartiges Ansehen. Nach viermaliger Tierpassage waren die Stäbchen länger, Cilien weniger und kürzer. Ferrier (Lyon Medical. 1894. N. 40.)

Tierversuche: Meerschweinchen, Kaninchen, Tauben sind empfänglich.

Differentialdiagnose

Amerikan. Schweineseuche Hogcholera.	**Deutsche Schweineseuche** (Löffler u. Schütz) vergl. p. 193.
Bacterium cholerae suum. L. et N.	Bacterium suicida Migula.
Lebhafte Eigenbewegung	Keine Eigenbewegung.
Traubenzucker vergoren.	Traubenzucker nicht vergoren.
Ueppiges Kartoffelwachstum.	Schlechtes oder fehlendes Kartoffelwachstum.

Keine Veränderungen a. d. Infektionsstelle.	Schwere Veränderung an der Infektionsstelle.
In der Leber multiple Herde von Koagulationsnekrosen.	Leber häufig fettig degeneriert.
Spärliche Bakterien im Blut.	Reichliche Bakterien im Blut des Herzens und der grossen Gefässe.
Sehr spärlich an der Impfstelle.	Bakterien reichlich im entzündlichen Oedem d. Impfstelle.
Umgekehrt.	Meerschweinchen sind sehr empfindlich, Tauben weniger.

An das **Bacterium cholerae suum** schliessen sich an und entfernen sich durch das Fehlen einzelner biologischer (nicht morphologischer!) Eigenschaften etwas mehr vom Bact. coli:

Bacillus der Darmdiphtherie Ribbert (Deutsche med. Wochenschrift 1887. p. 141). Morphologisch ist dieser peritriche Organismus von Coli ununterscheidbar, doch zersetzen die Kulturen unseres Instituts (seit 8 Jahren auf zuckerfreiem Nährboden weitergezüchtet) Traubenzucker und Milchzucker nur unter intensiver Säurebildung, aber ohne Gasbildung.

Bacterium levans. Lehmann u. Wolffin. (A. H. XXI. 268.) Erreger der Sauerteiggärung. Viele lange Geisseln, Milch nicht koaguliert, keine Indolbildung. — Es verursachen übrigens auch die verschiedensten echten Coli Sauerteiggärung (Essigsäure, Milchsäure; 75% CO_2, 25% H_2) in sterilisiertem Mehl. In neuester Zeit haben wir mehrfach aus Sauerteigproben echte Coli gezüchtet, worüber demnächst berichtet wird.

Bacterium morbificans bovis Basenau (A. H. XX. 242[1]). Morphologisch und biologisch von Bact. cholerae suum nicht zu unterscheiden. Vergärt Traubenzucker schwach, koaguliert Milch niemals, scheint also den Milchzucker nicht anzugreifen.

Mehrfach aus septisch erkrankten Rindern gezüchtet, Milz vergrössert, nekrotische, weissgelbliche Herde in Milz und Leber. Organismen in Blut, innern Organen und Muskeln der kranken Tiere. Durch Fütterung werden Mäuse, weisse Ratten, Meerschweinchen getötet. Kaninchen und die anderen angeführten Tiere erkranken tödlich bei Infektion von der Subcutis, dem Peritoneum oder von der Innenfläche des puerperalen Uterus aus. Der Organismus geht in die Milch über.

Vergl. **Bact. enteritidis** Gärtner pag. 232, das, da es Milch koaguliert, bei Bact. coli angeführt ist. Zu einer der beiden Formen scheint auch Gaffky's Organismus zu gehören, der in frischer

[1] Vergl. dort Basenau's Versuche, die Verschiedenheit seines Organismus von anderen ähnlichen zu beweisen.

Milch dem Menschen eingeführt, schwere Erkrankung bedingte (C. B. XII. 389).

Nahe verwandt ist der schwedische **Gaustadtbacillus** von Holst. 81 Personen der Irrenanstalt Gaustadt erkrankten 1891, (G. B. XVII. 717) 4 starben. Die Erkrankung hing mit einer Fleischmahlzeit zusammen. — Initialfrost oft vorhanden, manchmal starke Kreuzschmerzen, zuweilen Herpes und Erythem. Hauptsymptome: Fieber, Erbrechen, Durchfall. Der Organismus verändert die Milchreaktion nicht, Eigenbewegung durch 6 Geisseln.

Bacterium typhimurium. (Löffler.) (C. B. XI. 129.) L. et N.

Nach Löffler selbst in jeder Weise, morphologisch und biologisch, dem Bact. der Hogcholera sehr ähnlich, (Traubenzucker wird unter Gasbildung in Säure verwandelt etc.) Die von uns studierte Kultur bildete wie Bact. typhi stark Säure auf Traubenzucker aber kein Gas; weder Säure noch Gas auf Milchzucker.[1]) Milch wurde genau wie vom Bact. typhi flüssig gelassen und alkalisch gemacht. Unsere Kultur ist also mit den gewöhnlichen Mitteln von dem echten Typhus nicht zu unterscheiden, zumal auch seine Geisseln an Zahl und Länge es mit den best begeisselten Typhuskulturen aufnehmen. — aber auffallend üppiges Kartoffelwachstum.

Das Bacterium ist bei Fütterung pathogen nur für Mäuse: Hausmaus (Mus musculus) und Feldmaus (Avicola arvalis — nicht aber für Mus agrarius (die schwarzstreifige Brandmaus) und die verschiedensten Haustiere. Mit Erfolg zur Bekämpfung der Feldmausplage verwendet, da die Tiere nach Verzehren von mit Pilzkultur getränktem Brot sterben und hierauf von ihren Gefährten gefressen, die Krankheit weiter übertragen.[2])

Bacillus der Mäuseseuche Laser. (C. B. XI. 184). Fast identisch — von uns nicht studiert. Färbt sich allerdings nach Laser nach Gram.

---

[1]) Nach Löffler soll auf Milch schwach Säure, aber nicht bis zur Koagulation gebildet werden.

[2]) Aehnlich wie unsere Kultur scheint sich Mereschkowski's Bacterium aus Zieselmäusen zu verhalten. (C. B. XVI. 612.)

Unvollständig beschriebene dem Bact. coli resp. Bact. cholerae suum nahe verwandte bewegliche Arten.

(Es fehlen Angaben über Anordnung der Geisseln oder genauere Angaben über Kohlehydratvergärung.)

Bacillus der grouse disease Klein (C. B. VI. 36. 592 VII. 82). Epidemie des schottischen Moorhuhns. (Lagopus scoticus.)

Neuer gasbildender aërober Bacillus Laser. (C. B. XIII. 221.) Ursache einer Kälberepidemie.

Neuer Bacillus des malignen Oedems Klein. (C. B. X. 186.)

Bacterium einer Seuche junger Fasanen. Klein. (C. B. XVI. 839.)

Bacterium bei Melaena neonatorum Gärtner. (C. B. XV. 865.) Typisch peritrich, unbekanntes Verhalten zu Milchzucker.

Bacillus pyogenes foetidus Passet. Untersuchungen über eitrige Phlegmone. Berlin 1885.

Arten, von denen nicht einmal die Beweglichkeit beschrieben resp. uns bekannt ist, die aber doch zu Bact. coli (ev. Bact. lactis aerogenes) zu gehören scheinen.

Bacillus aërogenes vesicae Schou (C. B. XII. 745).

Bacillus einer Taubenseuche Sanfelice (Z. H. XX. 23). Macht eitrig seröse Peritonitis.

Bacterium Guillebeau a. und b. v. Freudenreich. (Vergl. C. B. XVII. 487.) Diese in den uns unzugänglichen Annal. de micrographie beschriebenen Organismen erregen gleichzeitig abnorme Milchgärung (Käseblähung) und Euterentzündung.

Bacterium der weissen oder gelben Kälberruhr. Aus dem Referat (C. B. XVIII. 653) über die Arbeiten von Piana, Mazzanti e Vigerzi, Monti e Veratti ist nicht viel zu sehen.

Ganz ungenügend ist der von Metschnikoff u. Gamaleïa als Erreger der **Rinderpest** früher beschriebene Organismus (C. B. I. 633) charakterisiert.

Bacterium Stutzeri. Lehm. et Neum.

Bacillus denitrificans II Burri et Stutzer (C. B. Ab. II. Bd. I 257.)

Erwähnung verdient hier das erste genau beschriebene Stäbchen, das ohne Synergeten Salpeter zu Stickstoff zu vergären vermag.

Es ist dies ein beweglicher, sporenfreies, an den Enden verdünntes Kurzstäbchen (2—4 μ lang, $^{3}/_{4}$ μ dick), es wächst auf Gelatineplatten als trockene, zähe, weisse, kleine Scheiben, die von charakteristischen radiären, am Rande rundbogenartig verschmolzenen Rippen durchzogen sind. Die Aufsicht der Gelatinestich-

kultur ist ähnlich, im Stich entwickelt sich ein weisslicher Streifen. Keine Verflüssigung. Auf Agar nicht sehr charakteristisch. Auf schwach alkalisierter Kartoffel wulstige, rippenförmige, dicke Auflagerungen von blasser Fleischfarbe bis pfirsichrot. — In Bouillon Hautbildung, in 0,3 % Kaliumnitrat enthaltender Bouillon energische Stickstoffgasentwickelung. Wächst bei Zimmer- und Bruttemperatur, gleich gut bei Sauerstoffabschluss wie bei Zutritt, doch ist bei reichlichem Luftzutritt die Salpetergärung beeinträchtigt. Verhalten zu Kohlehydraten unbekannt. Aus Stroh isoliert.

Bacterium disciformans. (Zopf). Lehm. et Neum.

Synonyme: Bacillus disciformans Zimm. (II. p. 48), Bacillus azureus Zimm. (II. p. 24.)

Kurzstäbchen (0,3—1,4 μ lang, 0,3—0,5 μ breit). Unbeweglich. Nach Gram nicht färbbar. Wächst auch anaërob. Auf der Gelatineplatte: Ganz junge tiefliegende Kulturen ziemlich grob punktiert, rund. durchsichtig; oberflächliche teils wie typische junge Typhuskulturen (namentlich bei B. azureum), teils etwas derber mehr nach dem Colitypus. Die oberflächlichen Kolonien verflüssigen vom zweiten Tage ab, dabei ist häufig am Rande eine kurze Haarzone zu sehen. Die am Boden der Schale liegende Masse ist bei disciformans etwas dicker als bei azureum, bei beiden zeigt sie Fensterungen. Die tiefliegenden zeigen später kleine Höckerchen und, wenn sie an die Oberfläche kommen, Verflüssigung und Haarkranz. Im Gelatinestich: Trichterförmige bis schlauchförmige ziemlich rasche Verflüssigung, Bouillon stark trüb, starke Schwefelwasserstoff-, spärliche Indolbildung. Auf Agar: Schmutzig weisse, schleimige, üppige Auflagerung. Agar färbt sich bräunlich bis rosa. Auf Kartoffeln: Graugelblich—rötlichbraune: mässig erhabene, saftige Auflagerung. Traubenzucker wird unter starker Gasbildung zersetzt, Milch erst koaguliert, dann wieder verflüssigt.

Diese Art entspricht bis auf die Gelatineverflüssigung einem Bact. lactis aërogenes.

Wir erhielten diese Art zweimal von Zimmermann, einmal mit Bac. disciformans, zweitens mit Bac. azureus bezeichnet. Die Arten stimmten in keiner Weise mit der Beschreibung, die Zimmermann von ihnen gegeben, waren dagegen unter sich bis auf Kleinigkeiten identisch.

Bacterium punctatum. (Zimm). Lehm. und Neum.[1])

Synonym: Bacillus punctatus Zimm. (I. p. 38.)

Kurzstäbchen (0,8 μ lang, 0,5 μ breit) öfters auch lange

---

[1]) Ein durchaus gleicher, aber aus Zucker kein Gas bildender Pilz wurde von uns aus Mageninhalt isoliert.

Fäden bildend. Durch eine polare Geissel lebhaft beweglich. Nicht nach Gram färbbar. Aufliegende Kolonien sind zuerst rundliche, glattrandige, durchsichtige, punktierte Scheibchen; allmählich wird der Rand feinzackig, schliesslich zeigt er schönen Haarbesatz (etwa wie 35. V), gleichzeitig beginnt die Verflüssigung als flache Schale, in der zuweilen ein Rest der Kolonie als Centrum zu sehen ist. Rand der Schale mit zarter grauweisser Zone, zuweilen bogige Verzierungen zeigend. Die Gelatinestichkultur erinnert anfangs an Cholera, aber sehr schnell Verflüssigung vollständig. Auf Agar und Kartoffel uncharakteristische, coliartige Auflagerungen. Milch wird koaguliert und das Koagulum hierauf verflüssigt, Traubenzucker unter Gasbildung stark vergoren. Starke Schwefelwasserstoff- und schwache Indolbildung.

In allen Eigenschaften, morphologischen wie biologischen, sehr ähnlich, fanden wir **Bacillus annulatus** Zimmermann (II. p. 30), der sich durch die lochförmige Gelatineverflüssigung indessen habituell sehr unterscheidet. Die starke weisse Bakterienansammlung, die sich unter den etwas unterhöhlten Rändern der wie mit dem Locheisen ausgeschlagenen Plattenkultur findet, gibt einen sehr auffallenden Anblick.

Nahe verwandt, vielleicht identisch mit den beschriebenen „verflüssigenden Coliarten“ sind die 3 folgenden, uns nur durch die Beschreibung bekannten:

Bacterium foetidum liquefaciens (Tavel). Lehm. et Neum.

1—3 kurze Geisseln, von einer ungefärbten Kapsel ausgehend (von Stöcklin, Recherches sur la groupe des Coli-Bacillus p. 509).

Gelatine im Stich verflüssigt, stinkt stark nach Latrineninhalt. Zucker wird unter gewaltiger Gasbildung vergoren, Milch nicht koaguliert. Bouillon trübt sich und entwickelt ein Häutchen auf der Oberfläche.

Bacterium cloacae (E. O. Jordan). Lehm. et Neum.

(Vergl. Th. Smith: The Fermentation Tube 1893. 215.)

Oberflächliche Gelatinekulturen dünn, etwas unregelmässig begrenzt. Ueppige, uncharakteristische, gelbweisse Kartoffelkultur. Lebhaft beweglich. Sehr starke und rasche Gasbildung auf Dextrose und Saccharose, den geschlossenen Schenkel des Gärkölbchens zu 50—95% füllend (etwa $^1/_3$ H und $^2/_3$ CO_2). Die Lactosegasbildung geht langsam. Milch in 8 Tagen geronnen.

Bacterium pneumonicum agile (Schou, Flügge). Lehm. et Neum.

Ursache der nach Vagusdurchschneidung auftretenden Schluckpneumonie. Flügge: Mikroorganismen p. 262 und G. Neumann (C. B. II. 755).

Bacterium salmonicida (Emmerich und Weibel). Lehm. et Neum.

Bacillus der Forellenseuche Emmerich und Weibel (Z. H. XXI).

Unbewegliche Kurzstäbchen, seltener längere Stäbchen und Fäden, nach Gram entfärbt. Fakultativ anaërob. Plattenkulturen auf Gelatine: Ganz jung den Kulturen von Streptococcus ähnlich, dann sinken sie tief in die Gelatine ein, ohne eigentliche Verflüssigung; der Rand der Kolonie wird dabei unregelmässig, zackig. Gelatinestichkulturen erinnern anfangs auch sehr an den Streptococcus pyogenes, später (nach 5—7 Tagen) findet eine trichterförmige, steilwandige, tiefe Höhlenbildung um den Impfstich statt; am Grunde und an den Wandungen zarte, weissliche Bakterienmassen. Agarstichkulturen zeigen flache, feuchtglänzende, unregelmässig begrenzte Auflagerungen von graugelblicher Farbe, die sich nach mehreren Wochen im Centrum bräunen, gleichzeitig verfärbt sich der obere Agarteil braun. Bouillon bleibt klar, nur nahe der Oberfläche bildet sich an den Glaswandungen eine zarte Trübung, die bei leichter Erschütterung sehr langsam als wolkige Flocke zu Boden sinkt. Am Boden allmählich ein weissliches, reichliches Sediment. Auf Kartoffel kein Wachstum. Bei 37° kein Wachstum. Optimum bei 10—15°. — Uns unbekannt.

Der Organismus wurde von den Entdeckern aus epidemisch eingegangenen, oberbayerischen Forellen gezüchtet. Gesunde Forellen waren sowohl durch Impfung als durch Zugabe des Organismus zum Wasser zu töten. Die Hauptsymptome der Krankheit waren: An Stellen, wo erst linsengrosse Schuppendefekte auftraten, entwickelten sich allmählich furunkelartige Geschwülste, sekundär traten dann haemorrhagisch eitrige Herde auf. Der Organismus fand sich reichlich in den kranken Tieren, speciell im Herzblut.

Sehr ähnlich ist der

Bacillus devorans Zimmermann, (I. p. 48.)

aus Brunnenwasser, der aber sehr lebhafte Eigenbewegung besitzt und über dessen pathogene Eigenschaften nichts bekannt ist.

Bacterium Zopfii Kurth. (Botan. Zeit. 1883). Tab. 30. 31.

Synonyme: Proteus Zenkeri Kuhn (A. H. XIII 1) non Hauser.

Mikroskopisches Aussehen: Es kommen alle Formen vom langen Faden bis zum kürzesten Stäbchen vor. Häufig zerfallen die Fäden in eine Reihe fast kugeliger Einzelglieder. [31. II.]

Eigenbewegung: Sehr lebhaft, durch zahlreiche peritriche Geisseln bedingt. [31. IX.]

Färbbarkeit: Auch gut nach Gram.

Ansprüche an Nährböden, Temperatur und Sauerstoff: Fakultativ anaërob, mit den verschiedensten Nährstoffen vorlieb nehmend, gedeiht bei Zimmer- und Bruttemperatur.

Gelatineplatte:

a) Natürl. Grösse: Zarte, weisslich-graue, an Spinnwebennetze oder Schimmelmycel erinnernde Kolonien [30. VI]. Später treten an den Fäden kleine Aestchen auf, welche, je mehr sie an die Oberfläche gelangen, um so heller werden. Die Kolonie [30. V] ähnelt dann derjenigen von Bacillus mycoides. [41. VI. IX.]

b) 50—100fache Vergrösserung: Sehr charakteristisch. Ursprüngliche Kolonie dient als Mittelpunkt, von hier gehen nach allen Seiten strahlenförmige Fäden aus, welche mehr oder weniger verzweigt, wirr durcheinander laufen. Dazwischen liegen Zooglöen der verschiedensten Form: Haar-, schlingen-, korkzieher-, peitschen-schnurartig, wurstförmig, mit starken Reflexen [30. VIII]. Bei 90facher Vergrösserung erscheinen die einzelnen Fäden als gewellte Stränge mit weitem Lumen von äusserst unregelmässiger Anordnung [30. VII]. Die bandartigen Zooglöenformen erscheinen bei $\frac{90}{1}$ stark lichtbrechend, zusammengesetzt aus feinsten, oft gekörnten Fäden [31. I]. Durchaus unregelmässig zeigen sich die wurstartigen, gedrehten Formen. Sie bestehen aus linsenförmigen, aneinandergereihten, gelblich-grauen, homogen schattierten Klumpen. Am Ende einer solchen Kette gewöhnlich ästchenartige Verzweigung. Dazwischen liegen jüngere Zooglöen, von 2 tief gekerbten Linien begrenzt [31. VII].

Gelatinestich: Stich mit sehr zarten, feinen, parallellaufenden Aestchen besetzt, unter der Oberfläche am längsten, nach unten zu an Länge abnehmend. Oberfläche: Zarter, durchscheinender, grauer Belag, glänzend [30. I], zuweilen sehr schön eine Zusammensetzung aus Aestchen zeigend.

Agarplatte:

a) Natürl. Grösse: Nach 24 Stunden 2—4 mm breite, grau-weissliche Kolonien mit zartgefranstem Rand, welcher sich alsbald mit einem dünnen, durchscheinenden Hof umgiebt [31. IV]. Nach kurzer Zeit ist die ganze Platte von einem grauen Schleier überzogen.

b) 50fache Vergrösserung: Nach 12 Stunden nur mit engster Blende sichtbare, äusserst zarte Härchenknäuel mit mannigfacher Verzweigung [31. V]. Später nimmt die Kolonie eine intensiver gelbliche Farbe an, die Verzweigung nimmt zu, die Ausbreitung geht rasch aber unregelmässig von statten. Die Kolonie ist von einer tiefliegenden Subtiliskultur nicht zu unterscheiden [31. III]. Nach einigen Tagen ist die Kolonie gelbbräunlich geworden, stark verfilzt, zottig behaart. Bei 90facher Vergrösserung bemerkt man, dass der zarte Schleier um die oberflächlichen Kolonien herum aus einer sehr dünnen Bakterienschicht besteht [31. VI].

Agarstich: Aehnlich der Gelatinekultur [30. III].

Agarstrich: Aeusserst zart, grau-weisslich, durchscheinend, glänzend. In der Mitte zuweilen ein hellerer Streifen. Nach kurzer Zeit ist die ganze Oberfläche überzogen, Haare meist nicht sichtbar, Condenswasser klar. Weisslicher Bodensatz.

Bouillonkultur: Klar oder wenig getrübt. Schwacher Bodensatz.

Milch: Nicht koaguliert. Amphoter.

Kartoffelkultur: Unbedeutende, gelblich-graue Auflagerung.

Chemische Leistungen: Erzeugt typische Fäulnis auf eiweissreichen Nährböden unter heftigem Gestank. Merkwürdigerweise konnte Kuhn (A. H. XIII, 1) in unserem Institut nie eine Indolbildung nachweisen, während wir jetzt etwas Indol finden.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Von Kurth aus Hühnerkot, von Kuhn im hiesigen Institut mehrmals aus Fäulnisgemischen isoliert.

b) Im Organismus: Nicht gefunden.

Verwandte Arten: Die bisher wenig studierte Art ist dem Bact. vulgare, forma Zenkeri entschieden sehr nahe verwandt. Der Hauptunterschied liegt in den prachtvollen Härchen, Borsten und Fäden, welche die Stichkultur entsendet. Nach Hauser's Beschreibung scheinen seinem Proteus Zenkeri auch die in der Gelatine gelegenen wurstförmigen gedrehten Zooglöen zu fehlen. — Kuhn ist eine Verwechslung unseres Pilzes mit Prot. Zenkeri begegnet, in seiner Arbeit muss es überall statt Proteus Zenkeri Bact. Zopfii heissen. (A. H. XIII, 1.)

Bacterium vulgare (Hauser). Lehm. et Neum.

Tab. 32 u. 33.

Synonyme: Proteus vulgaris Hauser, Bacillus vulgaris Macé, Migula. Proteus Hauseri Autor., Bacillus albus cadaveris Strecker und Strassmann (C. B. IV. 67), Urobacillus liquefaciens septicus Krogius.

Trivialname: Proteus.

Litteratur: Hauser: Ueber Fäulnisbakterien, Leipzig 1885. Levy. Arch. exp. Path. XIV. Heft 5 u. 6.

Mikroskopisches Aussehen: Schlanke, dünne Stäbchen, im Mittel 1,6—4 μ lang, 0,4—0,5 μ breit. Oft in

[1]) Wir haben auf Tafel 33 Bact. vulgare abgebildet, Tafel 32 ist dem von Hauser früher als Species angesehenen Proteus mirabilis Hauser gewidmet, den wir mit Hauser als Form von Bact. vulgare auffassen, vergl. pag. 248.

langen Fäden, es kommen aber auch isodiametrische Formen und spiralig gewundene Fäden vor. Die Mannigfaltigkeit der mikroskopischen Wuchsform hat dem Organismus den Namen Proteus eingetragen. Auf sauren Nährböden vorwiegend sehr kurze Stäbchen. [33. VIII.]

Eigenbewegung: Sehr lebhaft durch sehr zahlreiche, lange, peritriche Geisseln; gegenwärtig zeigen unsere Kulturen, nur wenn sie sehr jung untersucht werden, kräftige Eigenbewegung, trotz sehr gut entwickelter Geisseln. [33. IX.]

Färbbarkeit: Auch sehr gut nach Gram.

Sauerstoffbedürfnis und Ansprüche an Nährböden: Wächst gleich gut aërob und anaërob, gut in Kohlensäure; die verschiedensten (auch eiweissfreie) Nährböden sind ihm zusagend; er wächst sehr schnell. Hauser fand allerdings bei Sauerstoffabschluss und in Kohlensäure schlechtes Wachstum, ebenso auf eiweissfreien Nährböden. — Gedeiht noch bei recht niederen Temperaturen (Eisschrank) und bei Bruttemperatur.

Gelatineplatte: [1])

a) Natürliche Grösse: Graue, zarte, durchscheinende Auflagerungen, welche schon nach 12—20 Stunden flach einsinken. Verflüssigungsschalen nach 3 Tagen bereits 0,5—1 cm breit, mit grau trübem Inhalt. Tiefliegende: Punktförmig, uncharakteristisch. Vor der Verflüssigung zeigt sich gewöhnlich um die aufliegenden oder an die Oberfläche gelangten Kolonien eine unregelmässig zackige Zone, aus stark lichtbrechenden Zoogloeamassen [33, V.]

b) 60fache Vergrösserung: Auf ganz jungen Platten bemerkt man zweierlei Kolonien,

---

[1]) Zuckerhaltige Gelatine wird nicht verflüssigt, die Platte ist dann ganz ähnlich wie die von Bact. Zopfii, aber im Stich fehlen die Aestchen (Kuhn).

einserseits rundliche, graugelbliche, scharf und glattrandige, homogen bis feinkörnig punktierte, welche im Innern der Gelatine liegen und andrerseits durchscheinende, farblose, zarte, wellig gelappte, von Typhus kaum zu unterscheidende Kolonien, welche auf der Oberfläche liegen. Letztere breiten sich mehr und mehr aus, und man beobachtet dann im Innern der Kolonie eine lebhafte, zierliche Bewegung der Bakterienmassen. Nach längerer Zeit sistiert die Bewegung, während die Verflüssigung nach der Peripherie zu fortschreitet. Die ganze Kolonie erhält alsdann unregelmässigere Formen, von denen, auch wenn die ganze Kolonie bereits fast vollständig verflüssigt ist, noch die dünnen, glänzenden Randpartien erhalten bleiben. Die Tiefgelegenen zeigen oft Härchen, welche sich später meist der Peripherie anlegen.[1])

Gelatinestich: Stich: Anfangs fadenförmig, uncharakteristisch, später schlauchförmig verflüssigt. Gelatineoberfläche sinkt sofort schalenförmig ein, Verflüssigung später cylindrisch. Inhalt der Verflüssigungszone trübe bis wolkenförmig [33, I]. (Bild etwas zu violett).

Agarplatte:

a) Natürliche Grösse: Ganz uncharakteristisch, oberflächliche Kol. zart grauweiss, tiefere gelblichweiss [33 III].

---

[1]) Die gegebene Schilderung bezieht sich auf einen längere Zeit in Kultur befindlichen und oft beobachteten Stamm. Nicht selten — vielleicht namentlich an frisch isolierten Stämmen — findet man aber an den Gelatineplattenkulturen ganz die gleichen wurstförmigen, spiraligen Zoogloeen, wie wir sie bei Bacterium Zopfii so ausführlich beschrieben und abgebildet haben, und wie sie Hauser so schön photographiert hat. Schedtler [C. B. II. 437] scheinen ähnliche Kulturen vorgelegen zu haben, wie die von uns abgebildeten. — Das, nach Hauser namentlich auf 5%iger Gelatine zu beobachtende inselförmige Ausschwärmen der Randpartien der Kulturen haben wir auch zuweilen beobachtet.

b) 60 fache Vergrösserung: Tiefliegende: Rundlich, stark krümelig, später oft morulaartig [33, IV unten]. Aufliegende: Zart durchscheinend, äusserst fein granuliert. Im Mittelpunkt gelblich, nach dem Rande zu farblos. Die Peripherie nimmt infolge der Ausschwärmung alle möglichen unregelmässigen Formen an [32, VI]. Anfangs immer rundlich [33, IV]. Typische, gedrehte Wurstformen u. dergl. wie auf Gelatine nie von uns beobachtet.

Agarstich: Stich: Uncharakteristisch fadenförmig. Auflage: Grau schleimig, saftig, durchscheinend.

Agarstrich: Schleierig, dünn durchscheinend, saftig glänzender Belag, der bereits nach 12 Stunden die ganze Oberfläche überzogen hat. Kondenswasser stark trübe, weisslichgelblich.

Bouillonkultur: Stark trübe, starker Bodensatz.

Milchkultur: Koaguliert nach 2—3 Tagen fest, verflüssigt später wieder. Milch später gelblich, schwach sauer.

Kartoffelkultur: Sehr spärliches Wachstum. Weissgelblich, gewöhnlich auf den Strich beschränkt, etwas krümelig, matt bis fettglänzend, ziemlich erhaben.

Chemische Leistungen:

a) Geruchstoffe: Eiweisskörper werden unter gewaltiger Gestankbildung faulig zersetzt, stark alkalische Reaktion.

b) Gas- und Säurebildung aus Kohlehydraten: Bildet aus Traubenzucker reichlich Gas, nach Th. Smith aus Rohrzucker noch mehr, aus Milchzucker nicht. Nach Smith besteht das Gas zu $^1/_3$ aus CO_2, zu $^2/_3$ aus H_2. Auf Zuckernährböden fehlt jeder Fäulnisgeruch.

c) Schwefelwasserstoff: Indol: Reichlich.

d) Harnstoff: Wird kräftig in Ammonkarbonat verwandelt.

e) Toxine: Schon Hauser beobachtete die Bildung

sehr heftig giftig wirkender Stoffwechselprodukte, die sich durch Thonfilter keimfrei gewinnen lassen. Tito Carbone hat Cholin, Aethylendiamin, Gadinin und Trimethylamin aus Fleischkulturen isoliert. (C. B. VIII. 768.)

Das Schmiedeberg'sche Sepsin aus fauler Hefe wirkt geradeso wie Vulgarestoffwechselprodukte (Levy) und scheint ein Produkt von Bact. vulgare.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Sehr gemein in faulendem Fleisch und anderen faulenden Objekten — als Erreger stinkender Fäulnis, auch in, durch Fäulnisstoffe verunreinigtem Wasser. Wird auf Gelatineluftplatten nie erhalten, leicht, wenn man steriles oder sterilisiertes Fleisch offen stehen lässt; der Pilz kommt also doch in der Luft vor.

b) Im gesunden Organismus: Im Darm.

c) Im kranken Menschen: In jauchigen Geschwüren (Decubitus, Uteruscarcinom). Im Harn bei Blasenkatarrh und ammoniakalischer Harnbeschaffenheit oft allein, oft mit Bact. coli vergesellschaftet (Schnitzler, C. B. XIV. 218), auch als Ursache anderer Krankheiten der Harnorgane. Der Urobacillus liquefaciens septicus der Autoren ist mindestens teilweise mit dem Bact. vulgare identisch.

Booker fand in 18 Fällen von Cholera infantum Proteusarten (C. B. X. 284).

Levy hat Bact. vulgare als Erreger einer Fleischvergiftung nachgewiesen: 18 Personen erkrankten an schwerem Brechdurchfall (Blutbrechen), eine starb. Jäger hat (Z. H. XII. 525) bei mehreren Soldaten, die nach Baden in unreinem Wasser an Weil'scher Krankheit (infektiösem fieberhaftem Icterus) schwer erkrankten, Bact. vulgare in einer schwach

fluorescierenden Form gefunden; bei 2 Fällen post mortem z. T. massenhaft in den Organen, bei 4 von 6 untersuchten, leichteren Fällen im Harn. Es gelang der Nachweis, dass im Badewasser der gleiche Organismus vorkam, der ausserdem eine Geflügelseuche erregte. — Jäger weist auf die grosse Variabilität seines Organismus hin, und nimmt an, dass Bact. vulgare unter Umständen wirklich pathogen werden kann.

Experimentelle Erfahrungen über Pathogenese: Eigentliche Infektionen gelangen Hauser nicht, seine Tierversuche sind alles Intoxikationen mit den Stoffwechselprodukten (Dyspnoe).

Immerhin erzeugen virulente Proteusformen bei subkutaner Injektion beim Tier (Kaninchen) jauchige Abscesse, viel leichter geschieht dies, wenn sie mit anderen Organismen (z. B. Streptokokken) gleichzeitig in den Körper gelangen. Wenig virulente, pathogene Arten (Staphylokokken, Streptokokken) gewinnen an Virulenz, wenn sie gleichzeitig mit lebenden oder toten Proteuskulturen injiziert werden. Nach Carbone ist Immunisierung von Tieren gegen den lebenden Pilz durch die Stoffwechselprodukte möglich.

Verwandte Arten: Unter dem Namen **Proteus mirabilis** hat Hauser l. c. eine durch etwas schwächere Verflüssigung ausgezeichnete, besonders auffallende Involutionsformen bildende Form des Bact. vulgare bezeichnet, als **Proteus Zenkeri** eine andere, die Gelatine nicht verflüssigt und Fäulnis nicht mehr kräftig erregt. Diese Formen sind später als in ein-

---

[1]) Nahe verwandt ist der von Karlinski ausführlich beschriebene **Bacillus murisepticus pleomorphus** Karlinski, den er 2 mal aus Eiter vom Menschen gezüchtet. Schlechte Färbbarkeit nach Gram und ausgesprochene Pathogenität für die Maus sind abweichende Charaktere (C. B. V. 207), alle übrigen Merkmale sind ganz die der hier geschilderten Art.

ander überführbare Rassen von Hauser erkannt (C. B. XII. 630).

Hierher gehört auch Gerdes' **Eklampsiebacillus.** — Ein von Král bezogener **Proteus hominis** Bordoni-Uffreduzzi (Z. H. III.) gehört aber entschieden in die Verwandtschaft von Bact. pneumoniae, es fehlt ihm Eigenbewegung, Zoogloeenbildung und Fäulniserregung. Vergl. pag. 203. Aehnlich dürfte es sich mit Monti's 4 „Proteusarten" verhalten (C. B. V. 207).

Bacterium murisepticum (Flügge) Migula.
Tab. 34.

Synonyme: Bacillus murisepticus Flügge. Bacillus der Mäusesepticaemie Koch.

Litteratur: Koch. R. Wundinfektionskrankheiten. p. 40 Preiss (C. B. XI. 10). Löffler (C. B. XI. 130).

Mikroskopisches Aussehen: In der Kultur zierliche, schlanke Stäbchen, 2—4 μ. lang, 0,4—0,6 breit, gerade oder gekrümmt, oft zu Fäden angeordnet. [34. VIII]. Im Blutausstrichpräparat sind die Organismen nur c. 1 μ lang und 0,1—0,2 μ breit. [34. IX.]

Eigenbewegung: Fehlt.

Färbbarkeit: Auch nach Gram.

Sauerstoffbedürfnis: Fakultativ anaërob. Liborius fand ihn obligat aërob; manche Stämme wachsen bei Luftabschluss entschieden besser (Kuhn. C. B. VIII, 1).

Wachstumsintensität: Wächst ziemlich langsam.

Gelatineplatte:

a) Natürl. Grösse: Nach 3—4 Tagen entsteht eine ganz seichte Einsenkung, in der die Kolonie nur als äusserst zarter Schleier ruht. Von der Umgebung nur schwer unterscheidbar [34. V]. Die Figur gibt die Kolonien etwas zu deutlich.

b) 50fache Vergrösserung: Die Kolonie ist nur bei sehr starker Abblendung sichtbar. Man beobachtet nicht ohne Schwierigkeit einen äusserst schwachen, zarten, grauen Schimmer von homogener bis feinkörniger Beschaffenheit, von der Umgebung wenig scharf abgegrenzt [34. VI].

Bei $\frac{90}{1}$ sieht man Andeutungen eines Fadengewirrs. — Andere Autoren, so z. B. Preiss, beschreiben die Kolonien etwas derber: von einem homogenen oder filzartigen Kern gehen in radiärer Richtung verästelte in einander verwickelte, zuweilen korkzieherartig gewundene Fäden aus.

Gelatinestich: Der Stichkanal repräsentiert sich nach einigen Tagen in Gestalt eines äusserst zarten Tannenbäumchens, von oben bis unten mit gleichlangen Aestchen [34. III], welche zum Teil nach längerer Zeit mehr und mehr zusammenfliessen und wie zarte, durchsichtige Wölkchen in der Gelatine verbleiben. An der Oberfläche entsteht allmählich eine leichte, spitzige Einsenkung. Die atypische Milzbrandkultur [38. V] gibt ein ähnliches, aber sehr stark vergröbertes Bild.

Agarplatte:

a) Natürl. Grösse: Kleine, ganz unscheinbare, weisslich-graue Pünktchen, die nur auf dunklem Hintergrund ein wenig sichtbar sind.

b) 50fache Vergrösserung. Aufliegende: Anfänglich grau, zart, schleierartig, später mehr gelblich bis bräunlich. Die homogene Struktur wird fein bis mittelgrobkörnig und sieht zuweilen der Granulierung einer feinkörnigen Sarcine nicht unähnlich. Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig. Gelblich, homogen. [34. VII]. Rand glatt bis körnig.

Agarstich: Aehnlich wie Gelatinestich, etwas weniger üppig. Aestchen können zuweilen ganz fehlen. Auflage: Aeusserst zart, durchsichtig, spärlich ausgebreitet, farblos. Zuweilen zeigt auch nur ein Glanz den ganzen Belag an [34. IV].

Agarstrich: Zarter, äusserst dünner Belag [34. II].

Bouillonkultur: Kein Häutchen. Schwach getrübt. Bodensatz sehr gering. Kohärenz sehr schwach.

Milchkultur: Milch nicht koaguliert. Reaktion amphoter bis schwach alkalisch.

Kartoffelkultur: Keine merkliche Entwickelung.

Chemische Leistungen: Keine Bildung von Farb- oder Geruchstoffen. Unsere Kultur bildet keinen H_2S und Indol. Petri und Maassen fanden starke H_2S-Bildung. Aus Traubenzucker wird etwas Säure gebildet, Gelatine sehr langsam verflüssigt.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Von Koch und Anderen, mehrfach aus Kanalwasser und Faulgemischen (faules Fleisch, faule Hefe) isoliert.

b) Im Organismus: Beim Menschen, für den der Pilz nicht pathogen ist, nicht gefunden. Erreger der Mäusesepticaemie, einer von Koch entdeckten, künstlichen Infektionskrankheit, die in Greifswald auch einmal spontan auftrat.

Specielle Kulturmethoden: Verimpfung des verdächtigen Materials auf eine weisse Maus, Platten und Stichkulturen aus Blut und Milz.

Pathogene Wirkung auf Tiere: Pathogen (in 2—3 Tagen tödlich) für Hausmäuse (nicht Feldmäuse). Auch Tauben sterben in $2^1/_2$—$3^1/_2$ Tagen. (Th. Smith). Kaninchen und Meerschweinchen vertragen grössere Mengen der Bouillonkultur. Bei Schweinen verursacht es nur vorübergehendes Unwohlsein.

Bacterium erysipelatos suum. (Löffler) Migula. (**Schweinerotlauf** pro parte, Stäbchenrotlauf der Schweine).

Litteratur: Löffler (A. G. A. I 46). Preiss (C. B. XI. 110).

Dieser Organismus ist sehr nahe mit dem Erreger der Mäusesepticaemie verwandt, mikroskopisch identisch, besonders ist auch die Stichkultur äusserst ähnlich, nur sind die Aestchen etwas derber und borstiger [34. I]. Bei Verimpfung aus Blut in Gelatine, fehlen die Aeste in den ersten Kulturen nach Lorenz zuweilen fast ganz, statt dessen sind nur Knötchen und Kügelchen im Stich

zu sehen. Der Hauptunterschied liegt in den Gelatineplatten, die bei Schweinerotlauf schon von Löffler als kleine, deutlich sichtbare, mit wenigen, unregelmässigen Strahlen besetzte Auflagerungen (wie Knochenkörperchen) beschrieben werden und auch von uns stets etwa zwischen [33. VI. e.] und [33. VII.] in der Mitte stehend gefunden wurden.

Die Schwefelwasserstoffbildung ist sehr intensiv, Indol schwach, aus Traubenzucker wird etwas Säure gebildet.

Ueber die ziemlich bedeutende Resistenz gegen Pökeln, Räuchern vgl. Petri (A. G. VI. 266).

Erreger einer wichtigen Schweineseuche, namentlich junge Tiere edler Rasse befallend. Aeltere Tiere und auch jüngere gewöhnlicher Rasse sind mehr oder weniger immun. Bei der Sektion zeigen die Tiere neben einer oft gewaltigen, teils fleckigen, teils diffusen Hautrötung, subkutanes Oedem, Rötung des Pharynx, der Magen- und Darmschleimhaut, Schwellung von Mesenterialdrüsen und Milz, parenchymatöse Nephritis, Nierenhaemorrhagien. Lungen rotfleckig.

Der Pilz ist für den Menschen nicht pathogen, auch das Fleisch rotlaufkranker Schweine ist unschädlich.

Mäuse erkranken u. sterben durch Verfütterung, rascher durch Impfung, auch Kaninchen erliegen der Impfung meist.

Die Differentialdiagnose von anderen Schweinekrankheiten ist bei der charakteristischen Form der Individuen und Kulturen dieses Pilzes leicht, nicht vergessen darf werden, dass beim Schwein fleckige Hautrötung bei vielen Krankheiten vorkommt, so bei der Löffler-Schützschen Schweineseuche (Vergl. pag. 193 u. 234).

Schutzimpfungen: Mit abgeschwächten Bakterien (Pasteur), mit Körpersaft (Emmerich) und Blutserum aktiv immunisierter Tiere. (Lorenz C. B. XIX. 168).

Bacterium der Backsteinblattern. Lorenz. (C. B. XI. 672.)

Eine offenbar als Form des Schweinerotlaufs zu deutende Schweinekrankheit, die fast immer gutartig verläuft, hat Lorenz kürzlich als Backsteinblattern beschrieben und auf einen

Organismus zurückgeführt, der bei subkutaner Impfung an Virulenz für das Schwein etwa in der Mitte von Mäusesepticaemie und Schweinerotlauf steht. Schweine werden durch diese Impfung immun gegen Schweinerotlauf, Kaninchen sind interessanter Weise umgekehrt viel empfindlicher gegen Backsteinblattern als gegen Schweinerotlauf, sie erliegen der Backsteinblattern-Infektion stets, lassen sich aber durch Schweinerotlauf gegen Backsteinblattern immunisieren. Lorenz hält ebenfalls Schweinerotlauf, Mäusesepticaemie und Backsteinblattern für Formen eines Organismus, wenn auch die Ueberführung der einzelnen Formen in einander noch nicht ganz gelungen ist.

Bacterium turcosum. (Zimm. II. p. 32.) Lehm. et Neum.

Sehr kleine Stäbchen, 0,2—0,3 μ dick und 0,3—1,5 μ lang, von träger Eigenbewegung, die durch eine endständige Geissel hervorgebracht wird.

Auf Gelatineplatten kleine, köpfchenförmige, intensiv türkisgelbe, durchscheinende, allmählich in die Gelatine einsinkende Kolonien, mikroskopisch ohne innere Zeichnung, mehr oder weniger durchsichtig. Gelatinestichkultur zeigt eine langsam wachsende, glatte, rundliche Auflagerung von intensiv gelber, etwas ins grünliche ziehender Farbe, die sehr langsam ohne Verflüssigung einsinkt, Agarkulturen ähnlich. Auf Kartoffel schmale. grünlichgelbe, trockene bis mattglänzende Auflagerung. In Bouillon schwache Trübung, ohne nennenswerte H_2S und Indolbildung. Traubenzucker wird nicht merklich angegriffen, Milch nicht koaguliert.

Von Zimmermann aus Wasser isoliert, wir haben zweimal bei der Untersuchung von Praeputialsekret Kulturen erhalten, die mit Zimmermanns Original übereinstimmten.

Bacterium cremoides nobis ad interim.

Kurzstäbchen, 0,5—0,8 μ breit, 0,8—1,6 μ lang, unbeweglich, nach Gram färbbar. Gelatineplatte bei $\frac{1}{1}$ graue bis graugelbliche Scheibchen, bei $\frac{60}{1}$ sind sie fein granuliert, später undurchsichtig. Im Gelatinestich bescheidenes Wachstum, Auflage langsam wachsend, erhaben, dick, weisslich, rötlich bis crêmefarben, fettglänzend, Agarstich saftig glänzend, crêmefarbig. Kondenswasser klar mit Häutchen und wenig Bodensatz. Bouillon ebenso, wenig Indol und H_2S gebildet, kein Gas aus Zucker, Milch nicht koaguliert.

Aus Würzburger Leitungswasser.

Bacterium erythrogenes. (Grotenfelt.) Lehm. et Neum.

Bacillus lactis erythrogenes Grotenfelt. — Bacillus der roten Milch. Litteratur: Grotenfelt (Fortschritte der Mediz. 1889. N. 2) und A. Baginsky. (C. B. VI. 137.)

Unbewegliche Kurzstäbchen 0,8—3,0 μ lang, 0,5—1,0 μ breit. Nach Gram färbbar. Auf der Gelatineplatte graugelbe, rundliche Scheiben, die allmählich in die Gelatine einsinken und verflüssigen.

Bei $\frac{60}{1}$ sind anfänglich sowohl die aufliegenden wie die tiefliegenden Kolonien dem Bact. coli sehr ähnlich, später, wenn die Verflüssigung beginnt, ist der Rand der, indessen undurchsichtig gewordenen Kolonie erst mit feinen Häutchen besetzt, später unregelmässig ausgefressen, grob granuliert. Die Intensität der Verflüssigung der einzelnen Kolonien variiert sehr. Die Gelatinestichkultur zeigt eine schwefelgelbe, dicke, langsam einsinkende Auflage, später ist die Verflüssigung cylindrisch, die Agarauflage ist saftig gelb. Agar und Gelatine färben sich — (besonders im Dunkeln) intensiv rosa bis granatrot, unsere Kulturen thun es auch im diffusen Tageslicht. — Nach Grotenfelt zeigt der Farbstoff zwei Linien zwischen D. und E. und eine im blauen Teil des Spectrums. — Kartoffelkultur schwefelgelb, erhaben, teils matt, teils saftig. — Milch rahmt auf (Rahm gelb), das Kaseïn scheidet sich (bei alkalischer Reaktion) flockig ab, das klare Serum wird rosenrot. — Aus Traubenzucker kein Gas gebildet, auf Bouillon kräftig Indol, wenig H_2S. Unsere Beschreibung nach einer Kultur von Král.

Bacterium helvolum (Zimm. I. p. 52.) Lehm. et Neum

Plumpe, ziemlich dicke Kurzstäbchen (1,0—3,6 lang, 0,8—1,2 breit), unbeweglich, nach Gram färbbar. Gelatineplatte zeigt rundliche, lebhaft citronengelbe, flach erhabene Auflagerungen, die später einsinken. Bei $\frac{60}{1}$ homogene, in der Mitte kaum durchscheinende, am Rande hellere, glattrandige Kolonien, mit dem Beginn der Verflüssigung wird der scharfe Rand schwach krümelig.

Auf Gelatinestichkultur üppige, glänzende, intensiv citronengelbe, langsam einsinkende Auflage, Agarkultur gelblichgrau, saftig. Kartoffelkultur matt, breit, grüngelb. Bouillon wird getrübt mit schwachem Häutchen, kräftige H_2S Bildung, kein Indol. Aus Traubenzucker kein Gas, Milch koaguliert.

Von uns aus Luft aufgefangen, genau mit Zimmermanns Beschreibung stimmend. **Bacillus luteus** Flügge scheint identisch, nur fehlt die Verflüssigung. — Nahe verwandt scheint auch der nicht verflüssigende **Bac. constrictus** Zimmermann (I. p. 42) und wohl auch **Bac. subflavus** Zimmermann (I. p. 62.)

Bacterium lactis saponacei. (Weigm. et Zirn.) Lehm. et Neum.

Als Bacillus lactis saponacei beschreiben Weigmann und Zirn (C. B. XV. 464) ein Kurzstäbchen, das auf Gelatineplatten weissliche, im Centrum gelbliche, später durchweg gelbliche Kolonien bildet ohne besondere Zeichnung. Allmählich tritt Verflüssigung ein. Im Gelatinestich bildet sich ein Trichter, an dessen Grund gelbe Flocken liegen. Im Agarstich üppiges Wachstum, erst ist nur das Centrum,

dann die ganze, breite Kultur gelb. Auf der Kartoffel wachsgelb, schleimig. Milch wird nicht koaguliert, aber schleimig, schwach fadenziehend. Der Geschmack wird seifenartig, laugenartig, fad. Optimum bei 10⁰. Ueber seifige Milch findet sich die erste Mitteilung bei Herz Ch. Zeit. Rep. 1892. p. 34.

Bacterium nubilum. (P. et C. Frankland. Z. H. VI.) Lehm. et Neum.

Unbewegliche Kurzstäbchen, 1—2 μ lang, 0,3—0,5 μ breit, nach Gram färbbar. Die Kolonien auf der Gelatineplatte nehmen zierliche, polymorphe Formen an. Im Jugendstadium gelblich, unregelmässig gestaltet, mit vielen dicken und dünnen, seitlichen Fortsätzen versehen, oft den Milbenarten ähnelnd. Der kompaktere Kern im Mittelpunkt verschwindet allmählich, während die Ausläufer sich mehr sternförmig gruppieren. Nun beginnt die Verflüssigung der Gelatine. Die Peripherie der Kolonie zerfliesst langsam in zarte Krümel, und es bleibt in dem verflüssigten Schaleninhalt ein Gerüst von strahligen Fäden, welche sich noch später wie Radspeichen anordnen. Endlich löst sich die ganze Kolonie in unregelmässige Bröckelchen auf. Makroskopisch sieht die Kolonie einer Subtilis-Kolonie nicht unähnlich.

Im Gelatinestich sinkt die Kolonie schalenförmig ein und verflüssigt cylindrisch. Verflüssigungszone schwach trübe.

Die Agarauflage ist zackig wellig, ziemlich üppig, in der Mitte blassrosa, an den Rändern gelbbräunlich, fettglänzend. Condenswasser klar, gelbbrauner Satz. Die Kartoffelauflage ist ganz zuerst rosaweisslich, mattglänzend bis trocken, später intensiv bräunlich gelb. Milch wird nicht koaguliert. Reaktion alkalisch. Aus Traubenzucker kein Gas. Schwache Indolbildung. Bouillon trübt sich. Von Zimmermann aus Wasser isoliert, (I. p. 28), unsere Beschreibung nach einer Zimmermann'schen Kultur.

Bacterium ochraceum. (Zimmermann. I. p. 60). Lehm. et Neum.

Kurzstäbchen. 0,5—0,8 μ breit, 1,2—3,6 μ lang, durch endständige Geisseln lebhaft beweglich, nach Gram färbbar. Gelatineplatte zeigt anfangs Formen wie Coli und Typhus, später erhalten dieselben am Rande auch Fransen, indem die Gelatine sich verflüssigt. Es schwimmen Häutchen von grauer bis graugelber Farbe auf den Verflüssigungsschalen, die einen von derber, die andern von zarterer Beschaffenheit; die zarten Häute zeigen oft unregelmässige, maschige Netze. Gelatinestichkultur zeigt eine gelbgraue Auflagerung, die aber alsbald einsinkt; später cylindrische, trübe Verflüssigung mit graugelbem Satz. — Agarbelag schmutzig hellgraugelb, dünn ausgebreitet, Condenswasser klar, Bodensatz mässig. Bouillon schwach trübe mit mässigem Bodensatz und ge-

ringem Häutchen, kräftig Indol und H_2S. Milch nicht koaguliert, etwas schleimig, kein Gas aus Traubenzucker. Kartoffel gelblich.

Dieser von uns aus Mageninhalt isolierte Organismus stimmt in allen Hauptpunkten mit Zimmermann's Diagnose. — Ein sehr ähnliches aber unbewegliches Stäbchen isolierten wir aus Secale cornutum. — Nicht unterscheiden können wir davon einen von Zimmermann erhaltenen **Bacillus plicatus** Zimm., (I. p. 54), der aber keine Falten mehr bildet. — Auch **Bacterium carnosum** (Tils, Zimmermann II. p. 4) ist sehr nahestehend, die von Tils gesehenen Sporen können wir nicht bestätigen, auch die Farbe der von Zimmermann erhaltenen Kolonie war von ochraceum nicht zu unterscheiden. —

Bacterium bruneum. Schröter. (emend. Lehm. et Neum.)

Vorbemerkung: Hierher scheint uns eine grosse Reihe von Organismen zu gehören, deren lebhafte Orangefärbung die Aufmerksamkeit des Beschauers erweckte. Synonymik siehe am Schluss.

Stäbchen von 0,3—0,5 μ Breite, die Länge schwankt von 1,0 bis zu langen Fäden. Unbeweglich, ohne Geisseln, nach Gram färbbar. — Gelatineplatten: Zeigen glänzende, orangegelbe, bald mehr tropfenartige, bald mehr ausgebreitete Kolonien, die bald mässig, bald gar nicht verflüssigen. Die nicht verflüssigenden, aufliegenden Kolonien sind bei $\frac{60}{1}$ Bact. coli anfangs recht ähnlich; sie sind unregelmässig rundlich bis buchtig begrenzt, ziemlich durchscheinend, graugelb, homogen, oft mit an Bact. coli erinnernden Furchen und Leisten. Wesentlich anders präsentieren sich verflüssigende Kolonien: Die gelben, aufliegenden Scheiben zeigen einen an Subtilis erinnernden, faserigen Rand [Vergl. 37. II], später zerfallen die Kolonien in krümelige Massen am Grunde des Verflüssigungstrichters.

Im Gelatinestich kein auffallendes Wachstum, Auflage lederbraun bis orange und rotorange; tritt Verflüssigung ein, so entsteht ein mit trüber Flüssigkeit gefüllter Trichter, später cylindrische Verflüssigung, zum Teil Häutchenbildung.

Agarstich: Saftig orangegelb bis gelbbraunrot (vergl. z. B. XI. V.), Kartoffel: Ebenso.

Milch: Wird nicht koaguliert, aber von unseren

zwei verflüssigenden Formen in eine gelblich trübe Flüssigkeit mit orange Bodensatz verwandelt, auf der der gelbliche Rahm schwimmt, eine nicht verflüssigende Form koaguliert Milch (Originalkultur von Bact. tremelloides Schottelius). — Aus Zucker wird kein Gas gebildet; Indolbildung schwach, H_2S fehlt.

Hierher ziehen wir von selbst untersuchten Arten: **Bacterium bruneum** Schröter, wie wir es von A. Fischer erhielten, **Bacterium tremelloides** Schottelius aus des Entdeckers Hand; vollkommen stimmt die Beschreibung von Zimmermann's **Bacillus fuscus** Flügge und auch **Bacillus fulvus** Zimmermann (I. p. 44) gehört hierher.[1])

Was wir als **Bacillus arborescens** Frankland von Hauser erhielten, ist auch dasselbe, und stimmt weder mit Frankland's Originalbeschreibung (Z. H. VI. 379) noch mit Zimmermanns Diagnose. Die Abweichung von Frankland erklärt sich durch Verlust der Verflüssigung (Wegfall der Garbenbildung), in Zimmermann's Beschreibung heisst es, nach Gram nicht färbbar. — Von einer Beweglichkeit konnten wir uns nie recht überzeugen, bisher auch keine Geisseln färben.

Bacterium chrysogloea. Zopf.[2])

Nach der Beschreibung von Zimmermann (II. p. 12) nur durch lebhafte Eigenbewegung vom vorigen zu unterscheiden. Wir fanden eine genau hierhergehörige Form mit peritrichen Geisseln und lebhafter Bewegung nach Gram färbbar in Mageninhalt. Ueber die Nähe der Verwandtschaft zwischen bruneum und chrysogloea suspendiren wir unser Urteil, behalten uns aber weitere Studien vor.

---

[1]) Auch **Bacterium mycoides roseum** Scholl scheint trotz etwas abweichender Färbung sehr nahe zu stehen. (Fort. d. Med. VII. 46).

[2]) Migula führt **Bact. chrysogloea** bei den unbeweglichen Arten an, und bezeichnet **Bacterium aureum** Frankland, **Bact. aurescens** Frankland, **B. egregium** Zopf als sehr nahe verwandt.

Bacterium solare. Lehm. u. Neum.

Stäbchen von 0,3—0,4 μ Breite, kurze und lange oft stark gewundene Fäden bildend, unbeweglich, nicht färbbar nach Gram. Auf der Gelatineplatte runde bis rundlich, gelbe Scheibchen, glänzend, durchscheinend. Bei $\frac{60}{1}$ zeigen die auf- und tiefliegenden, leuchtend gelben Scheiben radienartige, dicht verlaufende Fasern, die am Rande einen gekräuselten Saum bilden. Keine Verflüssigung. — Die Gelatinestichkultur zeigt von dem Stichkanal ausgehende, zarte, lange Aestchen von blassgelber Farbe, die Auflage ist intensiv citronengelb mit einem Kranz heller Fransen. Keine Verflüssigung nach Wochen. Agarstichkultur strohgelb, stark erhaben. Aestchenbildung nach allen Seiten. Auf der Kartoffel mattweisse, später gelbe langsam wachsende Auflagerung. Bouillon fast klar, kein Gas aus Zucker, Milch unverändert. Weder Indol noch H_2S. Von uns aus dem Würzburger Leitungswasser isoliert. Die Beschreibung, die Zimmermann von Bacillus arborescens Frankland gibt, stimmt im Gegensatz zu dem, was wir an unserer von Hauser erhaltenen arborescens Kultur beobachteten, ziemlich gut auf diesen reizenden Organismus, der noch weiter zu studieren ist.

Bacterium latericium. (Adametz.) Lehm. et Neum.
Tab. 21. I-VI.

Kurzes, an beiden Enden etwas zugespitztes Stäbchen (0,8—1,6 μ lang, 0,4- 0,6 μ breit), unbeweglich, nach Gram färbbar. Auf der Gelatineplatte erscheinen die tiefliegenden Kolonien als rundliche Scheiben, rötlich braun, undurchsichtig, glattrandig. Die Aufliegenden gezackt, gewellt, am Rande durchscheinend, stark krümelig, rötlich [21, III.] In dem Gelatinestich tritt keine Verflüssigung ein, Belag zinnoberrot bis rötlich braun [21, II]. Ebenso auf dem Agarstrich [21, I.] Das Wachstum auf der Agarplatte ist nicht besonders charakteristisch: runde Scheiben, grob krümelig, Rand körnig, bei den tiefliegenden glatt [51, V]. Auf der Kartoffel wächst das Bacterium nur sehr langsam und sehr spärlich [21, IV]. Bouillon bleibt klar, Milch wird nicht koaguliert. Weder Gas noch Säure aus Zucker gebildet. Kein H_2S, Spuren Indol. Von uns aus Luft isoliert: stimmt, soweit sich nach Eisenberg (p. 35.) beurteilen lässt, auf Adametz' Diagnose, der Organismus gehört seiner natürlichen Verwandtschaft nach nicht hierher, viel eher etwa neben Bact. acidi lactici.

Bacterium prodigiosum. (Ehrenberg.) Lehm. et Neum. Tab. 25.

Synonyme: Monas prodigiosa Ehrenberg, Micrococcus prodigiosus Cohn, Bacillus prodigiosus Flügge.

Wichtigste Litteratur: Schottelius (C. B. II. 439). Wasserzug (A. P. 1888.) Kübler (C. B. V. 383). Scheurlen (A. H. XXVI. 1.)

Mikroskopisches Aussehen: Auf festem Nährboden sehr kurze kleine Bacillen, oft Kokken ähnlich. Die Enden sind spitz abgerundet. Grösster Durchmesser 1 μ. [25. XI.] In Bouillon, namentlich schwach saurer, erhält man längere Formen, deutliche Stäbchen und kürzere und längere Fäden.

Eigenbewegung: In jungen Bouillonkulturen lebhafte Eigenbewegung, verursacht durch 6—8 lange peritriche Geisseln. [25. XII.] Dagegen erscheinen ältere Agar- und Kartoffelkulturen unbeweglich, in denen das B. reichlichen, bewegungshemmenden Schleim produziert. Scheurlen führt die Schleimbildung auf die starke Alkalibildung zurück.

Färbbarkeit: Leicht färbbar, aber nicht nach Gram.

Sauerstoffbedürfnis: Fakultativ anaërob, aërob besser. Verflüssigt auch anaërob die Gelatine (auch bei 2 % Zuckerzusatz), bildet aber keinen Farbstoff anaërob.

Ansprüche an Temperatur und Zusammensetzung des Nährbodens: Optimum bei 22—25°; im Brutschrank — namentlich aber bei 38—39° — ist die Farbstoffbildung gestört; längere Kultur bei hoher Temperatur scheint die Farbstoffbildung bleibend zu vermindern.[1]) Gedeiht auch unter Farbstoffbildung auf eiweissfreiem Nährboden.

Gelatineplatte:

a) Natürl. Grösse: Anfänglich ist die aufliegende

[1]) Es sei gleich hier bemerkt, dass auch ohne erkennbare Ursache die Farbstoffbildung des B. p. oft stark schwankt. Wie oft kann man sehen, dass von 20 gleichzeitig und von den gleichen Originalen auf dem gleichen Nährboden angelegten Kurskulturen manche stark, andere schwach Farbstoff bilden. Auch auf Platten erhält man stets stärker und schwächer gefärbte Kulturen nebeneinander.

Kolonie ein grauweisses Pünktchen, verflüssigt sofort die Gelatine. Der Verflüssigungstrichter tellerartig. Die Randzone desselben heller als die Mittelzone. Ursprüngliche Kolonie verfärbt sich oft rötlich, oft bleibt sie weiss und verschwindet mit dem Grösserwerden des Verflüssigungstrichters. Ebenso verschwindet die hellere Randzone, indem sich der ganze Verflüssigungstrichter homogen grau färbt. [25. VIII.]

b) 70fache Vergrösserung: Die aufliegenden Kolonien anfangs zart, granuliert, rundlich, glattrandig, später ist die mittlere Zone rosa gefärbt, zart gekrümelt, zuweilen mit zarter Strichandeutung. Randzone gebildet aus zottigen, zusammenhängenden Haarbüscheln, welche nach aussen hin mit ganz feinen Spitzchen endigen. [25. VII]. Neben dieser Form findet sich oft eine atypische mit bräunlichem Mittelpunkt, die einzelnen Zonen verschwinden und die ganze Kolonie erscheint äusserst zart behaart. Beide Formen gehen in einander über. Tiefliegende uncharakteristisch gelbbräunlich, granuliert, wetzsteinförmig.

Gelatinestich: Bereits nach 6 Stunden beginnt der Stich schalenartig an der Oberfläche der Gelatine zu verflüssigen. Die Verflüssigung setzt sich längs des Stichkanals fort, bildet einen schlauch- bis kegelförmigen Trichter und bleibt im vorgerückteren Stadium trichterförmig erhalten. Erst nach sehr geraumer Zeit tritt die cylindrische Verflüssigung ein. Der Verflüssigungstrichter ist angefüllt mit weisslichen bis rosaroten Flocken, in denen einzelne tiefer gefärbte Klümpchen schwimmen. Bei stark vorgerückter Verflüssigung setzt sich ein wolkiges, rötliches bis tief rotes Gewölk am Boden ab und die überstehende Flüssigkeit bleibt rot. Wächst die Kultur atypisch, dann bemerkt man von roter Färbung nichts. Die Form der Verflüssigungstrichter ist recht variabel. [25. I.]

Agarplatte:

a) Natürl. Grösse: Die Kolonien erscheinen als winzige rote Pünktchen bereits nach 36 Stunden. Die an der Oberfläche gelegenen nehmen an Grösse bedeutend zu und färben sich rosa bis dunkelrot. Nebenbei entstehen aber auch ungefärbte Kolonien. Dieselben sind unregelmässig rundlich, teilweise gelappt, oft mit helleren oder dunkleren abwechselnden Zonen und deutlichem trübem Zentrum. [25. V.]

b) 70fache Vergrösserung: Sowohl die tiefliegenden wie die aufliegenden Kolonien sind anfänglich rundlich, unregelmässig geformt, hellgelb mit glattem Rand. Später nehmen die tiefliegenden Kolonien eine bräunlichere Farbe an mit rötlichem Schein, bleiben glattrandig und werden grob gekörnt. Die aufliegenden Kolonien dagegen sind durchscheinend, blassrosa bis rot, sehr fein punktiert, mit fast glattem oder glattem Rand. [25. VI.]

Agarstich: Stich: Fadenförmig ohne Knötchen, weiss bis rötlich. Bei längerer Aufbewahrung bildet sich um den Stichkanal herum eine weisslich trübe Zone. [25. III.] Oberfläche: Bereits nach 48 Stunden vollständig mit einem glatten glänzenden Belag bedeckt, dessen Farbe vom atypischen Weiss bis zum typischen Purpurrot schwankt. [25. IV.] Oft ist derselbe auch weisslich grau bis rot schattiert. Der Agar, unmittelbar unterhalb des Belages, verfärbt sich nach längerer Zeit granatrot.

Agarstrich: Kolonie bleibt auf den Strich beschränkt, vergl. Agarstich. Kondenswasser rötlich getrübt mit rotem Sediment. [25. II.]

Bouillonkultur: Diffuse starke Trübung, mit mehr oder weniger rot gefärbtem, schwachem Häutchen auf der Oberfläche. Die Bouillon nimmt gelatinöse oder ölige Konsistenz an.

Milchkultur: Nach 24 h fest koaguliert, Koagulum später gelöst unter Gelblichfärbung.

Kartoffelkultur: Anfänglich rosaroter, saftiger, flacher Belag, auf den Impfstrich beschränkt. Später färbt er sich dunkler, wird erhabener, wellig glattrandig und hat nach 5—6 Tagen seine dunkelpurpurrote Farbe erlangt. [25. IX.] Bisweilen entsteht dann auf der Oberfläche ein grüngoldiger Reflex, ähnlich eingetrocknetem Fuchsin. Auch die Kartoffelkultur wächst zuweilen atypisch wie die Agarkultur nur weisslich grau oder rosa statt dunkelrot. [25. X.]

Chemische Leistungen:

a) Der rote Farbstoff (Prodigiosin): Auf Agar und Kartoffel am besten entwickelt, ist in Wasser fast unlöslich (nicht ganz, wie die Färbung des Agars in alten Kulturen beweist), nur äusserlich in Farbe und Goldglanz dem Fuchsin ähnlich — nach Scheurlen sogar wahrscheinlich stickstofffrei, ausserdem Schwefel- und phosphorfrei. — Der Farbstoff ist leicht löslich in Alkohol und Aether, wird durch Alkalien orangegelb, durch Säuren karmin bis violettrot. Mit Zink und Salzsäure wird der Farbstoff nicht entfärbt. Im Licht bleicht er rasch sowohl trocken als in Lösung. Alkoholische Lösungen haben ein Spektralband bei E bis D, alkalische ein noch weiter rechts gelegenes Band.

b) Geruch- und Geschmackstoffe: Besonders auf Kartoffeln bildet es Trimethylamin und Ammoniak. Nach Schottelius geht der Geruch der Farbstoffbildung proportional, wir fanden auch farblose Kulturen mit starkem Häringsgeruch.

c) Gas- und Säurebildung aus Traubenzucker: Ziemlich kräftig nach Schottelius und andern Autoren, unsere Prodigiosumkultur bildet allerdings Säure ohne Gasentwickelung (aber unser Kiliense bildet Gas). Ein von Cramer aus der Heidelberger Wasserleitung isoliertes prodigiosum bildet auch kein Gas. — Scheurlen wies Ameisen- und Bernsteinsäurebildung nach.

d) Harnstoff wird in kohlensaures Ammoniak verwandelt.

e) Spur von Indol, kein Schwefelwasserstoff.

Vorkommen: Auf gekochten Kartoffeln, feuchtem Brod, Kleister, überhaupt amylumhaltigen Substanzen, öfters namentlich im Spätsommer und Herbst epidemisch auftretend. (Vergl. Scheurlen), Ursache der „blutenden Hostien“. — Zuweilen in Wasserleitungen.

Pathogene Bedeutung: Allein injiziert nicht pathogen, aber in Verbindung mit anderen Arten. Die Proteïne des Prodigiosum sind vielfach studiert und als giftig befunden.

Bacterium kiliense. (Fischer et Breunig) Lehm. et Neum. Tab. 26.

Vergl. Kieler Wasserbacillus. Breunig. Dissertation Kiel 1888. Laurent (A. P. 1890. 465; C. B. IX. 105).

Sehr ähnlich makroskopisch und mikroskopisch dem Bact. prodigiosum, wie der Vergleich von Tafel 25 und 26 ergiebt, nur fällt auf, dass es fast stets mehr ziegelrot, ja orangerot wächst, auf Kartoffeln nur selten Goldglanz zeigt, im Agarstrich ein trübes, stark gefärbtes Kondenswasser liefert. Verhalten zu Milch, Bouillon etc. wie prodigiosum. Auf zuckerhaltigen Nährböden unter Säurebildung kräftige Gasbildung. — Der Farbstoff wird durch Zink und Salzsäure zu einem farblosen Körper reduziert, (bei B. prodigiosum nicht). Schneider; (von uns bestätigt).

Im übrigen ist es genau so variabel wie Bact. prod., besonders auffallend sind die Agarplatten (vergl. 26. VI.), auf denen man häufig alle Variationen der Farbe und Form der Kolonien antrifft von weiss zu rotorange bis ziegelrot und mehr oder weniger karmin.

Identisch ist der von uns bis auf die Reduzierbarkeit des Farbstoffs untersuchte **Bacillus miniaceus** Zimmermann (I. p. 46.), nach Zimmermann wäre damit auch **Bact. rosaceum metalloides** Dowdeswell (Ann. de Micrographie 1889) identisch.

Mit Bact. prodigiosum und kiliense nächstverwandte, teilweise wohl identische Arten.

Bacterium piscatorum. Lehm. et Neum.

Microbe rouge de la sardine der Franzosen. Verursacht in Gemeinschaft mit einem anaëroben Bacillus Panaritien bei Fischern — wahrscheinlich aus verdorbenen

Köderfischen stammend. — Auf Büchsensardinen bringt es Rotfärbung hervor. (Du Bois Saint Severin. A. P. 1894. 3). Der Farbstoff ist in Wasser löslich, auf Agar meist schlecht entwickelt, das Bacterium wächst farbig bei 37—39°. Weitere Studien haben die Konstanz dieser Merkmale zu beweisen.

Bacterium der roten Eiterung. Ferchmin (C. B. XIII. 103).

Soll zwar keine Eigenbewegung haben und gut nach Gram färbbar sein. Sonst wie die obigen. Wucherte, ohne pathogen zu sein, im Eiter frischer Wunden in Charkow.

Roter Bacillus aus Wasser. Lustig (C. B. VIII. 33).

Bacterium plymuthicum (Fischer) Lehm. et Neum.

„Roter Wasserbacillus von Plymouth" Fischer. Genauer beschrieben bei Voges (C. B. XIV p. 314).

Bacterium indicum (Koch). Lehm. et Neum.

Von Koch aus dem Darm eines indischen Affen isoliert. Unsere Kulturen sind von einem schlecht Farbstoff bildenden Bact. prodigiosum auf keinem Nährboden zu unterscheiden, nicht selten fehlt die Farbstoffbildung ganz.

Bacterium janthinum Zopf. (Spaltpilze III. Aufl. p. 68). Tab. 27.

Synonyme: Vergl. pag. 266.

Mikroskopisches Aussehen: Dünne Stäbchen, 1,6—5 μ. lang, 0,5—0,8 μ. dick, an den Enden abgerundet, die kleinsten oft oval, teilweise Fadenbildung. Im Innern zuweilen ungefärbte Stellen, an Hühnercholera erinnernd.

Eigenbewegung: Lebhaft, schlängelnd. Die Geisseln wurden von uns bald peritrich (3—4 lange geschlängelte), bald polar (1—2) gefunden:

Färbbarkeit: Auch nach Gram.

Wachstum: Mässig schnell. Am besten bei gewöhnlicher Temperatur.

Gelatineplatte: Natürl. Grösse: Anfangs kleine gelbe Pünktchen, später violett. Geht die Verflüssigung rasch von statten, dann entsteht eine graue Ein-

senkungsschale mit violett hervortretenden konzentrischen Ringen [27. VII]. Bei spät oder nicht verflüssigenden Kolonien entstehen gelappte, gefranste, glänzende, gelbliche bis violette Auflagen [vgl. 24. VIII.]

60fache Vergrösserung: Sowohl bei den schwächer wie stärker verflüssigenden Kolonien anfangs fast stets typhusartige Auflagen. Beim Einsinken werden die Kolonien krümelig, erhalten eine strahlige, aus Härchen bestehende Randzone und zerfliessen endlich in bröcklige Massen [27. VIII]. Sehr spät verflüssigende Kolonien nehmen im Innern eine dunklere, gelbe, endlich bläuliche Farbe und undurchsichtige krümelige Beschaffenheit an.

Gelatinestich: Bei frisch isolierten Arten geht die Verflüssigung schon nach 2—3 Tagen trichter-, im Stichkanal schlauchförmig vor sich. Inhalt des Trichters grauviolett mit gefärbten Bröckelchen [27. I]. Nach längerer Kultivierung (wie bei unserer Kultur nach 2 Jahren) hört beinahe die Verflüssigung ganz auf. Die Auflage ist jetzt glänzend, lappig zackig, schmutzig-gelb bis violett. Erst nach 2—3 Monaten entsteht eine schalenförmige sehr flache Einsenkung.

Agarkulturen: Saftig, glänzend, etwas erhaben, von derselben Farbe wie die Kolonien auf der Gelatine; bei schwacher Vergrösserung auf der Platte coliartig, gelblich-grau, schwach granuliert [27. V].

Kartoffelkultur: Welliger, etwas erhabener Belag, saftig glänzend, violett bis violettschwarz. Wir haben aber auch bei zahlreichen Kartoffelkulturen schmutzig gelbe bis braun-grünliche, an Coli und Fluorescens erinnernde Beläge beobachtet. [27. X.]

Bouillon: Schwach bis stark getrübt, zuweilen mit einem dicken, zuweilen mit einem dünnen Häutchen versehen. In günstigen Fällen kann sogar das Häutchen eine schwach violette Farbe annehmen.

Milch: Gerinnt in einigen Fällen, gewöhnlich bleibt sie flüssig und färbt sich violett, wenigstens bildet sich eine violette Rahmschicht.

Chemische Leistungen: In Traubenzuckerbouillon schwache Säurebildung, kein Gas. H_2S stark, Indol mässig.

Von dem beschriebenen, im Sommer 1894 aus dem Brunnen der hiesigen Festung isolierten Stäbchen vermögen wir nicht durch nennenswerte Merkmale die von uns untersuchten: als **Bacterium janthinum** Zopf (Schweden) und (Amerika) von Zimmermann erhaltenen und einem gleichbenannten von Král zu unterscheiden. Ebenso erscheinen uns nach dem Studium der Litteratur der aus dem Wasser der Filtrationsbecken von Lawrence gezüchtete **Bacillus violaceus** Laurentius (Lustig. S. 103), ein **Bacillus violaceus** Macé (Ann. d'hygiène 1887), der **Bacillus violaceus** (Lustig. S. 75) aus dem Berliner und Londoner Leitungswasser kaum verschieden zu sein. Letzterer ist ausserdem nach Voges mit **Bacillus lividus** Flügge und Proskauer (Z. H. B. II. S. 463) identisch, nur unterscheidet sich letzterer von violaceus durch seine schlechte Entwicklung auf Kartoffel und seine rasche Verflüssigung. Allein dies sind alles Merkmale, die, wie aus der obigen Beschreibung hervorgeht, nicht zur Speciestrennung ausreichen.

Verschieden erscheinen: **Bacillus caeruleus** Voges (C. B. XIV. 303) aus einem Bohrloch in Kiel isoliert, welcher der guten Beschreibung nach nur eine Geissel trägt, auf Milch eine himmelblaue Rahmschicht bildet und auf Kartoffel eine grobgekörnte Kultur. Die Farbe der Kulturen ist blau-grün, später dunkler. Ob sich bei weiterem Züchten diese Merkmale nicht auch ändern, vermögen wir nicht zu sagen, da wir das Stäbchen nicht aus eigner Anschauung kennen.

Noch abweichender ist **Bacillus membranaceus amethystinus** (Eisenberg 1891. S. 421) von Jolles aus Brunnenwasser gezüchtet. Derselbe bildet auf Gelatine grosse violette Häutchen und ist unbeweglich. Germano züchtete ebenfalls (C. B. XII. 516) einen membranbildenden Organismus, den er Bacillus membranaceus amethystinus mobilis nannte. Er stimmt mit dem vorhergenannten in den Hauptpunkten überein, nur bewegt sich dieser. Es macht auch hier

den Anschein, als ob zwei identische Arten einmal beweglich, einmal unbeweglich gefunden seien.

Bacterium indigonaceum Claessen (C. B. VII. 13).

Von Král aus Prag bezogen. Stäbchen, 1,6—3 μ lang, 0,8—0,9 breit, etwas dicker wie janthinum, teilweise gekrümmt. Auf der Gelatineplatte, welche nicht verflüssigt wird, makroskopisch kleine, blaue, tröpfchenartige Auflagerungen. Bei schwacher Vergrösserung scharf abgerundete gelbliche Scheiben, schwach gekörnt, welche später von der Mitte aus indigoblau werden. Auf Agarplatten ebenso. Auf dem Gelatinestich entsteht eine himmelblaue, saftige Auflage, zuweilen auch weiss bleibend. Der Kartoffelbelag ist tief indigoblau, etwas gekörnt, später zeigt er kupferroten Metallglanz, sehr ähnlich dem festen Indigo. Auf der getrübten Bouillon bildet sich ein Häutchen. Milch wird nicht koaguliert, aber blau-grünlich verfärbt. Das Bacterium ist unbeweglich — auf Geisseln bisher von uns nicht untersucht.

Claessen's Originalbeschreibung (wo übrigens der Name indigonaceum fehlt) und Voges Diagnose des **Bacillus indigoferus** aus der Kieler Wasserleitung (C. B. XIV. 301) unterscheiden sich nur durch die Angabe, dass letzterer Organismus lebhaft beweglich ist und diese Eigenschaft einer polaren Geissel verdankt.

Bacterium pyocyaneum (Gessard, Flügge). Lehm. et Neum. Tab. 29.

Synonyme[1]: Bacillus pyocyaneus Flügge, Pseudomonas pyocyanea Migula, Bacillus des grünblauen Eiters, „Grüner resp. blauer Eiter“.

Hauptlitteratur bei Jakowski Z. H. XVI. p. 475. 1893.

Mikroskopisches Aussehen: Schlanke zierliche Stäbchen, öfters zu Fäden ausgewachsen. Breite 0,4 μ, Länge

[1]) Ueber Formen und Uebergänge vgl. Schluss.

1,4—6 μ. Von anderen Autoren sind auch schon Uebergänge von schlanken Stäbchen zu kurzen, plumpen, ja fast rundlichen Formen beobachtet. [29. IX.]

Eigenbewegung: Lebhaft durch eine endständige Geissel [29. X].

Färbbarkeit: Mit Anilinfarbstoffen und nach Gram.

Anforderung an Nährboden, Temperatur und Sauerstoff: Meist streng aërob, es ist derselbe aber auch schon aus geschlossenen Abscesshöhlen gezüchtet. Jakowski (Z. H. XV. 474) hat eine anaërob und in Kohlensäure gedeihende Form aus Darmfisteln gezüchtet. Stellt keine grossen Anforderungen an den Nährboden, wächst rasch bei Zimmer- und Bruttemperatur.

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig, gelblichweiss bis grüngelblich. Zuweilen ausser diesen rundliche, ausgebreitete, durchscheinende, grüngelbliche Kolonien mit der ursprünglichen Kolonie in der Mitte. Aufliegende: Anfangs rundlich, buckelig, zart ausgebreitet, alsbald tritt aber schalenförmige Verflüssigung ein. Oft hellere Randzone. Schaleninhalt getrübt, grau bis grünlichgrau. Ursprüngliche Kolonie als krümelige Masse im Mittelpunkt [29. V]. Umgebung der Kulturen fluoresciert intensiv.

b) 50fache Vergrösserung: Aufliegende und Innenliegende anfangs gleich, gelblich, rundlich glattrandig, zart punktiert. Nach 12—24 Stunden erhalten die aufliegenden Kolonien durchscheinenden lappigen Rand (wie bei Coli), zuweilen auch mit Härchen oder Fransen besetzt. Alsbald beginnt dann die Einsenkung der Kolonie [29. III]. Färbung wird bräunlicher, Lappenform und Haarkranz gehen zum Teil verloren, Inhalt der verflüssigten Schalen gleichmässig krümelig, die Peripherie und die Struktur der Kolonie erscheint in den zahlreichsten Variationen, bald lappig, bald körnig, bald punktiert,

bald heller, bald dunkler, bis die Kolonie ganz auseinander fällt. Der Mittelpunkt bleibt meist bestehen und ist dunkler gefärbt [29. IV] vgl. auch [28. V und X].

Gelatinestich: Verflüssigung tritt sehr bald ein, zuerst schalenartig, später cylindrisch, seltener spitztrichterförmig. Trichterinhalt schwach getrübt, grüngelb bis blaugrün fluorescierend. Stichkanal wird allmählich verflüssigt. Inhalt gelblich, krümelig [29. I].

Agarplatte:

a) Natürl. Grösse: Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig, uncharakteristisch, gelblich. Aufliegende: Rundlich, glattrandig, saftig glänzend, grünlichweiss-gelblich. Die Umgebung fluoresciert intensiv grünlichgelb [29. VI].

b) 50fache Vergrösserung: Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig, teils glattrandig, teils zart gewellt, schwach punktiert oder granuliert (Coliähnlich), hellgelb bis grüngelblich. Aufliegende: Meist runde Scheiben, fast glattrandig, mehr oder weniger stark granuliert, sehr häufig auch morulaartig, hellgelb bis grüngelb. Abgesehen von der Färbung, von Bact. fluorescens, putidum und coli nicht zu unterscheiden [29 VII]. Vergl. auch [28. VI, 22. VIII].

Agarstich: Stich: Uncharakteristisch, fadenförmig, schwach gekörnt. Auflage: Weissgrau-grünlich, matt bis saftig glänzend. In 48 Stunden gleichmässig über die ganze Oberfläche ausgebreitet. Agar fluoresciert gelbgrünlich. Vgl. [28. IV].

Agarstrich: Ziemlich ausgebreiteter, saftig glänzender Belag, wellig glattrandig, gelbgrünlich bis grün. Agar stark gelbgrün fluorescierend. Kondenswasser fast klar, weisser Bodensatz, an der Oberfläche weisses Häutchen [29. II].

Bouillonkultur: Stark gelbgrün fluorescierend. Stark getrübt. Mittelmässiger Bodensatz, beim Schütteln schwer zerteilbar. Häutchen auf der Oberfläche.

Milchkultur: Milch koaguliert, später wieder verflüssigt. Verflüssigungszone gelbgrün fluorescierend. Reaktion stets alkalisch.

Kartoffelkultur: Anfangs gelbliche Auflagerung, saftig glänzend, mit wellig ausgebuchtetem Rand, wenig erhaben, später braungelb bis braun oder rehbraun. Häufig um die Kolonie eine fluorescierende Zone [29. VIII]. Je nach der Beschaffenheit der Kartoffel variiert die Ueppigkeit, Fluorescenz und Farbe ausserordentlich, und ist daher die Kolonie von anderen Fluorescentes niemals mit Sicherheit zu unterscheiden. Vgl. auch [22. V und 28. IX].

Empfindlichkeit gegen Schädigungen: Austrocknen tötet rasch, 4stündige Wirkung der Sonnenstrahlen hebt Farbstoffproduktionsfähigkeit nicht ganz auf.

Chemische Leistungen:

a) Farbstoffbildung:

Ueber die Farbstoffe des Bact. pyocyaneum herrscht viel Unsicherheit. Die einfache und bestechende Ansicht von Thumm (vergl. pag. 63.), dass Bact. pyocyaneum wie alle übrigen Fluorescentes nur einen gelben, je nach dem Alkaligehalt blau bis grün fluorescierenden Farbstoff liefere, der wasserlöslich ist, haben wir l. c. ausgeführt. Damit stimmt nicht, dass viele Autoren (z. B. auf Peptonwasser, Speichel), rein blaue Kulturen erhalten haben (z. B. Gessard, Rohrer), dass Ledderhose durch Chloroform (in dem Bacteriofluoresceïn unlöslich ist!) aus Reinkulturen des Bacteriums den früher von Fordos aus blauem Eiter resp. Verbandzeug isolierten blauen krystallisierten Farbstoff Pyocyanin ($C_{14} H_{14} N_2O$) in grösserer Menge rein darstellte. Auch die Anwesenheit der gelben Pyoxanthose eines krystallisierbaren Umsetzungsprodukts des Pyocyanin wird von vielen Autoren angenommen. Ohne eigene Versuche angestellt zu haben, müssen wir wenigstens für einige u. zwar offenbar besonders typische Rassen aus Ledderhose's Resultat die Bildung von Pyocyanin neben Bacteriofluoresceïn annehmen. Allerdings verhielten sich unsere Kulturen gerade wie die von Thumm und liessen uns nichts von Pyocyaninbildung erkennen, ihnen fehlte eben die typische Pyocyaninbildung. Auch Rassen ohne jede Farbstoffbildung sind mehrfach beschrieben.

Die von Paul Ernst (Z. H. II) beschriebene Var. β., die sich durch starke Verflüssigung und Blaufärbung des Trichterinhalts von der auch von uns studierten Form α unterschied, bildet, wie Ernst gezeigt hat, Pyocyanin. Wenn Thumm in den Ernst'schen Kulturen die Blaufärbung mit geringer Ammoniakbildung erklärt, so stimmt das vielleicht für den jetzigen, aber wohl sicher nicht

für den von Ernst beschriebenen Zustand der Kulturen. Es handelte sich damals um ein blaues Pigment, nicht nur um blaue Fluorescenz.

Wir glauben, dass die wahrscheinlichste Annahme die ist: Es gibt Rassen, die Pyocyanin und Bacteriofluoresceïn bilden (Var. β. Ernst), Rassen, die vorwiegend oder allein nur Bacteriofluoresceïn bilden (Var. α. Ernst; Var. β. nach langer Kultur auf künstlichen Nährböden), und endlich Rassen, die gar keinen Farbstoff bilden.

Ueber die Störung der Farbstoffbildudg durch andere Pilze (z. B. Micrococc. pyogenes, Bac. anthracis) vgl. Mühsam und Schimmelbusch C. B. XV. 430.

b) Sonstige Produkte: Auf allen Nährböden tritt anfangs ein schwach aromatischer Geruch auf (angeblich nach Lindenblüten). Wir haben diesen Geruch sehr oft wahrgenommen z. B. bei Sarcina lutea, Micrococcus luteus. Alte Kulturen riechen unangenehm ammoniakalisch. Bildet weder Indol noch Schwefelwasserstoff, aus Traubenzucker wenig Säure und kein Gas. Die gekochten oder filtrierten Bouillonkulturen wirken stark giftig (Proteïnwirkung). Nitrat wird in Stickstoff verwandelt. Lehm. et Neum.

Experimentelle Tiererfahrungen:

Für Tiere ist es meist schwach pathogen, injiziert erregt es Eiterung. Schürmayer fand bei Mäusen nach subkutaner Injektion klare Oedeme und seröse Ergüsse in den Körperhöhlen.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Bisher nicht sicher gefunden.

b) Im gesunden Organismus: In Mund und Darm und auf der Haut gesunder Menschen zuweilen.

c) Im kranken Organismus: Nicht selten (namentlich früher) im Eiter offener Wunden, auch in Wundverbandstücken, zuweilen in Krankensälen epidemisch. Meist erscheint der Organismus nur als ein Begleiter der Eiterungsprozesse in Gesellschaft der bekannten Eitererreger, er färbt durch seine Pigmente den Eiter blau — blaugrün — grün. — In einer Reihe von Fällen fand sich der Organis-

mus allein bei Krankheitsprozessen (Otitis media, Pericarditis, Bursitis praepatellaris), sodass er wohl mit Recht als auch für den Menschen pathogen gilt, namentlich für Kinder (Kossel). Septische Allgemeininfektionen sind nur selten durch den Organismus allein bedingt. Krannhals hat einige solche Fälle zusammengestellt (C. B. XV. 431).

Verwandte Arten: Den Organismus scharf gegen Bacterium fluorescens abzugrenzen, geht nach unserer Ueberzeugung nicht an. Nahe verwandt ist auch ein angenehm riechender Organismus, von Galtier aus einem septisch verendeten Schwein gezüchtet, pathogen für Kaninchen. (C. B. IV. 110).

Schürmayer sah als Abkömmlinge einer Ausgangskultur Formen, die kaum mehr verflüssigten, plumpe Kurzstäbchen darstellten, zäh kohaerente Gelatineauflagen, und auf der verflüssigten Gelatine eine feste Decke bildeten. Manche Gelatineplattenkulturen zeigten starke radiäre Streifung (von uns bei Bact. fluorescens beobachtet und auf Tab. 28 X. i. abgebildet.)

Bacterium fluorescens.[1] (Flügge.) Lehm. et Neum. Tab. 28.

Bacillus fluorescens liquefaciens. Flügge. (pag. 289)

Nach der ausführlichen Beschreibung des Bact. pyocyaneum ist es unnütz, Bact. fluorescens noch zu beschreiben, da wir es in allen wesentlichen Eigenschaften identisch fanden. Wir haben 4 verschiedene aus Wasser und Boden isolierte Fluorescentes aufs genaueste untersucht und etwa folgende Abweichungen von unserem, kein Pyocyanin bildenden, pyocyaneum gefunden.

Mikroskopisch fanden wir teils plumpe, teils schlanke Stäbchen mit endständiger Geissel[2], Fäden fehlten selten, eine plumpe Form ist [28, VIII.] abgebildet. — Färbbarkeit nach Gram nicht oder man-

[1]) Einen Uebergang zur folgenden Art machte ein Organismus, den wir als „**termoähnlichen Bacillus**“ von A. Fischer erthielten. Er wächst erst fest auf Gelatine und verflüssigt nach 8—14 Tagen sehr langsam.

[2]) Unbekannt ist uns bisher noch das unbewegliche in München in Butter stets vorkommende **Bact. butyri fluorescens**, Lafar (A. H. XIII. 1), das Agar nicht verfärbt.

gelhaft. — Auf den Nährböden können wir weder mikroskopisch noch makroskopisch einen Unterschied von pyocyaneum sehen — nur wurde die Milch nie koaguliert, vielmehr direkt unter Gelbgrünfärbung allmählich aufgelöst. Gelbgrüne Umrandung der Kartoffelkultur haben wir nur selten gesehen. — Eine schwache Indolbildung wurde meist beobachtet, kein H_2S. Tierversuche haben wir keine angestellt.

Der Organismus ist in verschiedenen Variationen der Farbstoffbildung und Fluorescenz: (gelblichgrün, bläulichgrün, kräftig, schwach) einer der gemeinsten Bewohner von Wasser und Boden, auch in Milch, Mageninhalt etc. findet man ihn sehr oft. Die Litteratur enthält die Beschreibung einer Anzahl angeblich specifisch verschiedener Arten, — wir konnten dieselben bisher nicht studieren, stehen ihnen aber bei der grossen Variabilität der Fluorescentes sehr skeptisch gegenüber. — Eine hierhergehörige Form hat E. Klein aus Lupinenknöllchen gezüchtet (C. B. XVI. 840) vergl. pag. 79. — Auch **Bact. viridans** Symmers aus Herpesbläschen (C. B. XII. 165) ist trotz der Fähigkeit, auch anaërob zu gedeihen, wohl identisch.

Bacterium ranicida. (P. Ernst.) Lehm. et Neum.

Bacillus ranicida Ernst. (Ziegl. Beiträge VIII. 203). Bac. hydrophilus fuscus Sanarelli. (C. B. IX. 193).

Nach der Beschreibung und Abbildung scheint der interessante für Kaltblüter (Frösche, Fische), nach Sanarelli aber auch für Warmblüter pathogene Organismus etwa an diese Stelle des Systems zu gehören.

Die Stäbchen haben lebhafte Eigenbewegung, wachsen auf manchen Nährböden zu langen Fäden aus, die Kulturen auf Agar und Gelatine zeigen bläuliche Fluorescenz, Kartoffelkulturen sind braun. Sie verflüssigen Gelatine und vergären Zucker, was keine der von uns untersuchten 11 Formen thun. Die Anordnung der Geisseln könnte vielleicht weitere Aufklärung über seine Verwandtschaft geben.

Bacterium putidum (Flügge). Lehm. et. Neum.
Tab. 22.

Synonyme: Bacillus fluorescens putidus Flügge, pag. 288 Bac. fluorescens non liquefaciens Autor. Vergl. auch Schluss.

Mikroskopisches Aussehen: Schmale, schlanke Stäbchen, oft zu ausserordentlich langen Fäden ausgewachsen. Breite 0,4—0,8, Länge 1,6—5 μ.

Eigenbewegung: Lebhaft, durch eine, selten zwei polare Geisseln.

Färbbarkeit: Nicht nach Gram.

Anforderung an Temperatur, Sauerstoff und Nährboden: Streng aërob, nicht wählerisch, Wachstum mässig rasch, am besten bei 25—30⁰.

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig, gelblich. Aufliegende: Anfangs ebenso. Nach 48 Stunden 2—3 mm breit, durchscheinend, lappig zackig, glänzend gelbgrün. Gelatine gelbgrün fluorescierend [22, IV]. Allmählich bis zu 1 qcm heranwachsend.

b) 50fache Vergrösserung: Tiefliegende: Rundlich glattrandig, hellgelb, homogen schattiert, gewöhnlich mit konzentrischem etwas dunklerem Ring [22, II]. Aufliegende: Sowohl in Jugendstadien wie im Alter von Typhus und Coli (abgesehen von der Fluorescenz) nicht zu unterscheiden [22. III]. Es treten auch hier die mannigfachsten Variationen auf.

Gelatinestich: Stich: Fadenförmig, uncharakteristisch. Auflage: Lappig, zackig, durchscheinend, matt bis fettglänzend, weisslichgrau bis gelblichgrün. Gelatine fluoresciert gelbgrün [22, I].

Auf Agar, Kartoffeln, Milch, Bouillon von Bact. fluorescens nicht zu unterscheiden.

Bemerkungen: Wir haben die Ueberzeugung gewonnen, dass **Bacillus fluorescens albus** Zimmermann und **fluorescens longus** Zimmermann, die wir aus Zimmermanns Hand erhielten und genau studierten, nicht verdienen, als Arten bezeichnet zu werden. Beide Arten waren mit einer von uns aus Erde isolierten Form identisch; eine andere Form aus Wasser, die wir seit Jahren im Institut weiterzüchten, bildet jetzt fast ausschliesslich sehr lange Fäden, was sie nach unserer Erinnerung früher nicht that. — Eine dritte, aus dem Boden von uns isolierte Form entspricht etwa dem **Bacillus fluorescens aureus** Zimmermann und unterscheidet

sich durch schmutzig gelbe Auflagerungen auf Agar und Gelatine, es könnte dies wohl eine konstante Form sein. — Vergl. auch Lesage (C. B. III 8 und IV 135) über das **Bacterium der grünen Diarrhoeen.**

Ebenso ging es uns mit **Spirillum fluorescens** von Král, es stimmte auf allen Nährböden genau mit Bact. putidum, mikroskopisch zeigte es eingeisselige Stäbchen von 0,4—0,6 μ Breite und 0,8—3 μ Länge. Wir fügen hier bei, dass eine sichere Entscheidung, ob ein eingeisseliger Vibrio oder ein Glied der eingeisseligen Fluorescensgruppe vorliegt, zuweilen recht schwer sein dürfte, da es fast gerade Vibrionen und krumme Stäbchen gibt. Jedenfalls vermittelt die Fluorescensgruppe den Uebergang zu den Vibrionen.

In diese Verwandtschaft scheint der Beschreibung nach zu gehören:

Bacterium denitrificans I. Stutzer u. Burri,

das mit Bact. coli zusammen in Symbiose Nitrate in gasförmigen Stickstoff verwandelt. Näheres über diesen interessanten Organismus siehe C. B. Ab. II. Bd. I. N. 7.

Bacterium syncyaneum. (Ehrenb.) Lehm. et Neum.

Tab. 23. 24.

Litteratur bei: Hüppe, (Mitt. a. d. Gesundheitsamt B. II. 355), Heim (A. G. Bd. V. 518).

Synonyme: Bacillus cyanogenes Flügge, Pseudomonas syncyanea Migula. „Bacillus der blauen Milch“.

Mikroskopisches Aussehen: Kleine, an den Enden abgestumpfte oder zugespitzte Stäbchen. Breite 0,5, Länge 1,2—3 μ. Fäden konnten nicht beobachtet werden. [23. VII].

Eigenbewegung: Lebhafte Eigenbewegung durch 1—5 unipolare, selten (vor der Teilung) bipolare Geissel. [23. VIII].

Färbbarkeit: Mit Anilinfarbstoffen und nach Gram. Beim Färben tritt zuweilen Plasmolyse ein, so dass die Bakterien Zebrastreifung erhalten.

Ansprüche an Temperatur, Nährboden und Sauerstoff: Obligat aërob, wächst am besten bei Zimmertemperatur, schon bei 30° merklich schlechter, bei 40° baldiges Absterben. Wächst mässig rasch.

Gelatineplatte:

a) Natürl. Grösse: Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig, gelblich. Aufliegende: Nach 3

Tagen: Unregelmässig zackig gelappt, saftig glänzend, etwas erhaben, scharf von der Umgebung abgegrenzt, gelblich bis grauweisslich. [24. VI.] Später graulich — bräunlichblaulila. Gelatine verfärbt sich verschieden, vergl. auch [24. VII].

b) 50fache Vergrösserung: Tiefliegende: Rund oder rundlich, gelblich, zart granuliert. [24. VIIIi.] Aufliegende: In den jüngsten Stadien von Typhus und Coli nicht zu unterscheiden. Auch später den genannten noch sehr ähnlich, nur scheinen die Kolonien viel zarter granuliert. Im Mittelpunkt gewöhnlich die ursprüngliche tiefe Kolonie als gelblich brauner Kern. Alle möglichen Variationen der Form, Struktur und Farbe werden beobachtet. Farbe meist gelblich, Form zackig gelappt. [24. VIII e].

Gelatinestich: Stich: Fadenartig uncharakteristisch. Auflage: Von weisslich und bläulich grau bis grünlich gelb, saftig glänzend, schleimig. Die Farbe der Gelatine variiert sehr bedeutend. Eine im Sommer 95 aus Berlin bezogene Kultur lieferte meist hell- bis dunkelblaue Kulturen, unsere seit c. 6 Jahren im Institut fortgezüchtete Kultur auf den gleichen Nährböden braungrüne, schwarzbraune und hellgelblichgrüne mehr oder weniger fluorescierende Verfärbung. Ein Jahr später lieferte auch die Berliner Kultur auf saurem wie alkalischem Nährboden keine blauen, sondern nur schmutzige Verfärbungen von hell-oder dunkelbraun bis hellgelbgrün und tiefbraungrün. [23. I. II. III]. Vergl. auch [23. IV.]

Agarplatte:

a) Natürl. Grösse: Wie auf der Gelatineplatte.

b) 50fache Vergrösserung: Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig, gelb, grau bis bräunlich, glattrandig, homogen schattiert. Aufliegende: Rund bis rundlich, glattrandig, hellgelblich bis graubräunlich, homogen schattiert oder fein granuliert, der Kolonie von Bact. fluorescens ähnlich. [24. V.]

Agarstich: Ganz wie Gelatine. Auflage gewöhnlich etwas üppiger. [23. IV.] Vergl. [23. I—III.]

Agarstrich: Saftiger, gewöhnlich grauweisslicher Belag, glattrandig, wellig, Kondenswasser getrübt. Bodensatz grauweisslich. Agar zeigt die verschiedensten Farben. Kolonie kann in manchen Fällen von Bact. putidum nicht zu unterscheiden sein.

Bouillonkultur: Mässig getrübt, anfangs graugrünlich, später bei manchen Rassen blaugrün. Bodensatz mässig, weissgrau, Kohärenz schwach. Häutchenbildung wurde in einigen Fällen beobachtet, in anderen nicht. [23. V.]

Milchkultur: Bläulichgraue Verfärbung. Sonst unverändert. Reaktion alkalisch. [23. VI.] — Auf nicht sterilisierter Milch ist die Färbung wegen der sauren Reaktion kräftiger blau — himmelblau. Am schönsten soll die Blaufärbung sein, wenn man Milch 1—2 Tage nach der Impfung mit syncyaneum, mit Bact. acidi lactici impft. — Unsere alten Kulturen färben heute auch mit Säurebildnern die Milch nur noch bläulichgrau.

Kartoffelkultur: Kolonien können je nach der Kartoffelart bei Impfungen mit der gleichen Rasse die verschiedensten Variationen zeigen. Kultur grünlich oder braunblau, schwarzbraun, gelbbraun, grau, stets glänzend, teilweise ziemlich erhaben. Kartoffel verfärbt sich grünlich, braun, grau, blau u. s. w. [24. I—III]. In vielen Fällen von den Fluorescentes nicht zu unterscheiden, wenn nämlich die Bildung des blauen Farbstoffs zurücktritt oder fehlt.

Besondere Nährböden: Gedeiht und bildet Farbstoff auf eiweissfreien Nährböden. Wie Hüppe zeigte, genügt schon weinsaures Ammon als Kohlenstoff- und Stickstoffquelle.

Widerstandsfähigkeit: Gegen Austrocknen 5—7 Monate. (Heim). Sporen, die frühere Autoren behaupteten, sind nach Heim's sorgfältigen Untersuchungen nicht da, 60° tötet die Keime in 5 Minuten.

Chemische Leistungen: Farbstoffbildung: Nach Thumm (p. 63) wird neben Bacteriofluoresceïn ein zweiter, bisher nicht isolierter Farbstoff gebildet (Syncyaneïn), der bei saurer Reaktion stahlblau, bei neutraler schwarz, bei alkalischer braunschwarz ist. Durch Kali und Natronlauge färbt sich der blaue Farbstoff (auch blaue Milch selbst) rosa. Kein Gas, wenig Säure aus Traubenzucker. In Peptonbouillon kein H_2S, Indolspuren. Geruch unangenehm aromatisch. Starke Ammoniakbildung. — Die Farbstoffbildung kann ganz verloren gehen. — Heim l. c., Behr (C. B. VIII. 485).

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: In blau gewordener Milch häufig gefunden, bisweilen epidemisch auftretend. Solche Milch ist an sich nicht schädlich.

b) Im Organismus ist der Pilz bisher nicht gefunden.

Verwandte Arten: Von Dr. Zangemeister erhielten wir ein aus blauer Milch isoliertes Bacterium cyaneofluorescens übersandt, das wir genau studierten. Wir halten es für ein Bact. syncyaneum, bei dem die Bildung des Syncyaneïns auf den festen Nährböden zurücktritt, während Bacteriofluoresceïn sehr kräftig gebildet wird. Der Organismus verbindet in interessanter Weise das Bact. putidum mit Bact. syncyaneum. Er mag als **syncyaneum β. cyaneofluorescens** Zang. eingereiht werden (vergl. C. B. XVIII. 321.).

Bacterium brunificans. Lehm. et Neum.

Hierher scheint ein interessanter, lebhaft beweglicher, Gelatine nicht verflüssigender Organismus zu gehören, den Scheibenzuber (C. B. VI. 441) aus faulen Eiern isolierte. In Stichkulturen auf verschiedenen Nährböden verfärbt sich der Nährboden sackförmig dunkelbraun d. h. oben in geringer, unten in grösserer Ausdehnung um den Stichkanal. — Auf der Kartoffel braune Auflagerung, um welche die Kartoffel ringsum dunkelbraun verfärbt ist.

2. Bacillus F. Cohn emend. Hüppe.

Gerade Stäbchen häufig zu Fäden auswachsend, Dicke oft beträchtlich, selten unter 0,6, meist über 0,8 μ. Endosporen bildend.

Schlüssel zur Bestimmung der wichtigeren Arten des Genus Bacillus.[1])

I. Aërobe Arten, anaërob nur kümmerlich gedeihend. Die pathogenen bilden im tierischen Organismus nie Sporen, nur in Kulturen bei Sauerstoffzutritt. Fast alle wachsen in Kulturen zu langen Fäden aus, Sporen mittelständig.

A. Stichkultur in Gelatine mit abstehenden Aestchen:

1) Aestchen derb, meist nur im oberen Teil des Stichkanals. Agarplattenkultur bei $\frac{60}{1}$ mit prachtvollen regelmässigen Locken. Agarstrichkultur ohne Aestchen, breit, weiss „mit Silberbläschen". Nie Eigenbewegung. Für Tiere pathogen.
Bac. anthracis Cohn et Koch.

2) Aestchen zarter, in der ganzen Länge des Gelatinestiches. Agarplattenkultur bei $\frac{60}{1}$ mit Wurzel- oder Schimmelmycelartigen, unregelmässigen Ausläufern. Agarstrichkultur mit langen, zarten, parallelen Querästchen. Oft Eigenbewegung. Für Tiere nicht pathogen. **Bac. mycoides** Flügge.

B. Stichkultur in Gelatine ohne abstehende Aestchen. Beweglich durch peritriche Geisseln.

1) Kartoffelkultur anfangs saftige flache Auflagerung, später (nach ca. 8 Tagen) deutlich mehlig bestäubt.
Bac. subtilis Cohn.

2) Kartoffelkultur mässig erhaben, uncharakteristisch an Bact. coli erinnernd. Hierher:
Bac. oxalaticus Zopf, **butyricus** Hüppe, **megatherium** De Bary.

3) Kartoffelkultur die ersten Tage uncharakteristisch, dann bilden sich deutliche, faltige Erhebungen.

a) Falten wulstig, darmschlingenartig.
Bac. vulgatus (Flügge). Migula.

b) Falten niedrig, netzartig, Kulturen gelblich.
Bac. mesentericus (Flügge). Lehm. et Neum.

c) Kultur saftig faltig, wie die Kartoffel dunkelschwarz. **Bac. aterrimus.** Lehm. et Neum.

4) Kartoffelkultur zeigt eine zarte, syrupöse, helle Auflage.
Bac. liodermos (Flügge). Lehm. et Neum.

---

[1]) Ueber unsere ungenügende Kenntnis dieses Genus vergleiche die Aeusserungen pag. 302.

II. Anaërobe Arten,[1]) von denen allerdings in seltenen Fällen auch aërobe Rassen beobachtet sind. Im Organismus Sporen bildend, auf künstlichen Nährböden zuweilen zu längeren Fäden auswachsend, aber nicht so häufig oder regelmässig wie die aërobe Gruppe.

1) Sporen deutlich endständig, köpfchenartig hervorragend. Erzeugt Tetanus. **Bac. tetani** Nicolaier.

2) Sporen mittel — endständig, den Bacillus kaum auftreibend. Meerschweinchen unter blutigem Oedem tötend.

a) Für Mäuse auch pathogen. Neigung in der Oedem-Flüssigkeit zu langen Fäden auszuwachsen.
Bac. œdematis maligni R. Koch.

b) Für Mäuse nicht pathogen. Kein Auswachsen zu Fäden. **Bac. Chauvoei** Aut. gallic.

Vorbemerkung zu der speciellen Beschreibung der hier geschilderten aëroben Arten.

(Gemeinsame Merkmale.)

Alle, im folgenden zu beschreibenden Arten: Bac. anthracis, mycoides, subtilis, megatherium, butyricus, vulgatus, mesentericus, aterrimus, liodermos, die untereinander recht nahe verwandt sind, haben folgende biologische Eigenschaften gemeinsam, die hier ein für alle Mal aufgeführt werden mögen.

1) Gelatine wird verflüssigt.
2) Milch bei alkalischer oder sehr schwach saurer Reaktion koaguliert unter späterer Auflösung des Koagulums.
3) Alle bilden aus Traubenzucker wenig Säure (vergl. Tabelle I wegen quantitativer Angaben), kein Gas. — Aus Milchzucker wird gar keine oder sehr wenig Säure gebildet.
4) Indolbildung fehlt, die Schwefelwasserstoffbildung ist wechselnd, nie stark.
5) Alle Arten sind nach Gram färbbar.

Die Ausrüstung mit Geisseln scheint in dieser Gruppe nur mit grosser Vorsicht zur Speciesdiagnose verwertbar,

---

[1]) Aus den auf pag. 313 auseinandergesetzten Gründen fanden nur die 3 wichtigsten pathogenen Anaëroben in diesen Schlüssel Aufnahme. Ueber die anderen Arten vergl. pag. 313.

wo Geisseln sind, fanden wir sie peritrich — aber eine Reihe von Arten scheint mit und ohne Geisseln vorzukommen. So war unser Bacillus mycoides im Gegensatz zu den Angaben der meisten Autoren unbeweglich, ein frisch isolierter ebenso.

Bacillus anthracis F. Cohn und Koch.
Tab. 38, 39, 40.

Trivialname: Milzbrandbacillus, Bactéridie du charbon.

Mikroskopisches Aussehen: Im Tierkörper stellt er grosse, kräftige Stäbchen von 3—10 μ Länge und 1—1,2 μ Breite dar, die öfters zu kurzen und längeren Verbänden aneinander gereiht sind. [40. I.] Die Enden sind am frischen Objekt schwach vorgewölbt (abgerundet), durch das Trocknen und Färben erscheinen sie gerade abgestutzt bis schwach eingezogen. C. Fränkel erklärt die Einziehung der Enden, die einem, besonders mit Methylenblau gefärbten Milzbrandfaden aus dem Tier den Charakter eines Bambusrohrs geben, für sehr charakteristisch. — Zur Darstellung der im Tierkörper und auf flüssigem Blutserum stets gut entwickelten „Kapsel" verfährt man nach tech. Anhang. In künstlichen Nährböden wachsen die Bacillen zu langen, parallel oder etwas gedreht und verschlungen gelagerten Fäden aus [40. II], die entweder Sporen bilden (s. u.) oder unter Bildung abenteuerlicher Involutionsformen zu Grunde gehen. [40. V]. Die Fäden lassen andeutungsweise schon ungefärbt ihre Zusammensetzung aus einzelnen Bacillen erkennen [40. VI.], besonders deutlich wird dies durch Färbung.

Eigenbewegung: Fehlt stets.

Färbbarkeit: Färbt sich mit allen Anilinfarbstoffen und nach Gram.

Sauerstoffbedürfnis: Wächst am besten bei Sauerstoffzutritt; bei Sauerstoffabschluss wächst er schlecht und ohne Verflüssigung; in CO_2 kein Wachstum.

Wachstumsintensität: Wächst schnell, besonders bei 37°. Untere Grenze des Wachstums 14° (Kitasato).

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Aufliegende Kolonie: Weisslich, rund, nach 3—4 Tagen tief einsinkend. Auch bei längerem Stehen breitet sich die Verflüssigung nur langsam aus. In der Mitte des steilen Trichters liegt dann eine weisse, krümelige, nicht scharf begrenzte Masse, der übrige Trichterinhalt ist ziemlich klar, aber die äusserste Randzone wieder etwas trübe [39. V].

b) 70fache Vergrösserung: Die 3 tägige Kolonie erscheint bedeutend dunkler als auf Agar. Nach dem Centrum hin graugelblich, nach dem Rande hin heller durchscheinend. Sehr deutlich bemerkt man an der Peripherie Lockenbildung, welche jedoch im Innern sehr dicht und nicht mehr genau zu sehen ist. [39.VI]. Der Verflüssigungsring gibt sich als grauer Reflex zu erkennen. Später schwimmt ein unregelmässig begrenzter Ballen ohne deutliche Locken in dem Verflüssigungstrichter.

Gelatinestich: Im Gelatinestich bildet sich ein dicker, weisser Faden, von dem in der Regel nur im oberen Teil [38,II], seltener in der ganzen Länge, lange [38, I] oder kürzere [38, III], borstige, derbe Fortsätze allseitig abgehen. Zuweilen kann sogar der Haarbesatz ganz fehlen [38, IV]. Auch die Richtung der seitlichen Fortsätze variirt, dieselben sind manchmal etwas wirr durcheinander geflochten. [38. V.] Nach 12—20^h beginnt eine langsam fortschreitende Gelatineverflüssigung mit geringer Einziehung der Gelatineoberfläche. Die Verflüssigung ist erst schalenförmig, später cylindrisch, der Trichterinhalt zuweilen diffus getrübt, mit weissen, krümeligen Flöckchen, anderemale setzen sich die Flöckchen fest ab und lassen klare, flüssige Gelatine über sich. Niemals findet eine Häutchenbildung statt.

Agarplatte:

a) Natürliche Grösse: Aufliegende Kolonien klein, weiss, ins Gelbliche spielend, saftig glänzend, etwas erhaben, rundlich. Tiefliegende:

Punktförmig, bleiben klein [39. II]. Struktur siehe sub Agarstrich.

b) 50 fache Vergrösserung: Tiefliegende und aufliegende Kolonien zeigen grosse Verschiedenheiten. Erstere sind meist wetzsteinförmig rundlich, grünlich grau, nach der Mitte zu gelblich. Randzone aus gröberen, dunkler gefärbten Brocken bestehend, welche sich in kürzere oder längere, aus Härchen, Krümeln und Pünktchen zusammengesetzte Ausläufer fortsetzen. Liegen die Kolonien nahe der Oberfläche, dann entstehen an der Peripherie härchen- bis lockenartige Fortsätze [39, I i], welche die Oberflächenkolonien vollständig umgeben [39, I e]. Es macht dann die Kolonie den Eindruck einer wolligen, kraushaarigen, gelblichgrauen Kugel.

c) 150 fache Vergrösserung: Aufliegende Kolonie: Die gekräuselten Härchen erscheinen als äusserst lange, an der Peripherie einzeln gelegene, nach dem Innern zu in grosser Anzahl parallel aneinanderliegende Fäden, welche regelmässig lockenartig (oft peitschenschnurartig verflochten) gelagert sind [39, III]. Tiefliegende Kolonie: Die Ausläufer der tiefliegenden Kolonien zeigen grobkörnige, ganz unregelmässige Klümpchen, welche untereinander gewöhnlich durch knotige Aestchen mit feinen Ausläufern verbunden sind. Die Kolonie zeigt keinen eigentlichen Mittelpunkt, ist vielmehr ganz unregelmässig zerrissen und äusserst polymorph.

Agarstich: Vom Stichkanal, welcher weisslich markiert bleibt, gehen kleine, bald längere, bald kürzere Härchen aus, welche nach unten abnehmen, sich an den Enden teilweise kräuseln oder auch mit kleinen Klümpchen versehen sind [38 VII]. Aufsicht: Rundlich gleichmässig ausgebreiteter Belag mit glattem Rand, ein wenig

erhaben, fettglänzend, grau bis bläulich oder gelblich weiss. Nach längerem Stehen beobachtet man oft eine zonenartige Ringbildung [38, IX], oder aber auch an deren Stelle, von der Mitte ausgehende, helle, strahlige Falten. [38 VIII.]

Agarstrich: Kultur bleibt auf den Strich beschränkt, Rand glatt, gewöhnlich gewellt. Farbe grauweisslich, am Rand etwas durchscheinend. Die ganze Kolonie macht den Eindruck, als ob unter der Oberfläche unzählige winzige, silberglänzende Luftbläschen lägen. Kondenswasser klar oder nur wenig getrübt. Bodensatz schwach wolkig. [38. VI].

Bouillonkultur: Homogener Bodensatz, Bouillon klar mit feinsten suspendierten Flöckchen. Keine Häutchenbildung.

Milchkultur: Vergl. pag. 280.

Kartoffelkultur: Ziemlich unscheinbarer grauweisser bis weisslicher, mässig erhabener Belag auf den Impfstrich beschränkt. Rand wellig, teilweise ausgezackt. Deutlich hebt sich die Kultur von der Kartoffel nur ab, wenn letztere etwas verfärbt ist. Oft beobachtet man auch hier die Erscheinung der „Silberbläschen“ wie bei dem Agarstrich. [39. VII].

Bedingungen der Sporenbildung: Bei Temperaturen von 15° ab, entstehen in Kulturen, die genügende Sauerstoffzufuhr haben, eiförmige, stark lichtbrechende Sporen. Je höher die Temperatur (Optimum 37°), um so rascher findet die Sporulation statt; bei der Optimaltemperatur kann in 18—20 Stunden die Sporenbildung vollendet sein. Günther giebt das Optimum bei 28° an, bei höheren Temperaturen sei die Sporulation nicht mehr so regelmässig.

Ueber das Morphologische der Sporenbildung vergl. pag. 21 u. f.; [40. VI] zeigt das bei Bruttemperatur schon nach 4—8^h entstehende Stadium der Bildung feiner Körnchen (Sporenanlagen) in regelmässigen Abständen, [40. III] zeigt reife ungefärbte, [40. IV.] reife gefärbte Sporen.

Niemals bilden sich Sporen im lebenden

Tier oder im ungeöffneten Kadaver (Sauerstoffmangel), dagegen auf ausgeschlachtetem Milzbrandfleisch, blutigem Kot u. dergl.

Auf frischem Nährboden keimen die Sporen in wenigen Stunden schon aus.

In, lange Zeit nicht abgeimpften Kulturen, geht manchmal spontan die Fähigkeit der Sporenbildung verloren, durch Kultur auf Karbolsäurenährboden, schwieriger durch Bichromat oder Salzsäurezusatz zu Nährböden kann Bac. anthracis die Sporenbildungsfähigkeit genommen werden. Verschiedene Rassen werden sehr verschieden leicht asporogen. Alle Mittel, die die Virulenz vermindern, wirken auch auf die sporogene Funktion ungünstig — doch stehen diese Eigenschaften in keinem ursächlichen Zusammenhang; es giebt virulente asporogene und sporogene absolut nicht virulente Rassen. Phisalix fand durch langes Züchten bei 42⁰ in oft erneuten Abimpfungen, dass der Bacillus anthracis zuerst die Fähigkeit bei 42⁰ Sporen zu bilden allmählich verlor, später aber auch bei 30⁰ keine Sporen mehr zu bilden vermochte. Während anfangs die sporogene Fähigkeit durch Verimpfung auf eine Maus wiederkehrte, blieb nach 14 Uebertragungen bei 42⁰ endlich die sporogene Funktion ganz verschwunden. Der damals noch vorhandene Virulenzrest ging nach der 20ten Generation bei 42⁰ auch verloren. (C. B. XIII. 533.)

Lebensdauer und Widerstandsfähigkeit der sporenfreien Bacillen: (vergl. Momont. A. P. 1892. 1).

a) In Kulturen hält sich der B. anthracis (wohl durch Sporenbildung!) viele Monate.

In Wasser: In einem belebten Aquarium fand ihn Höber in 3—4 Tagen abgestorben.

Im Boden: Feuchtes Milzbrandblut wird in 12—14^h durch Sonnenlicht keimfrei.

b) Austrocknen: Nach Koch, ausgetrocknet höchstens 5 Wochen lebensfähig; auch in grösseren, getrockneten Fleischstücken in einigen Wochen abgestorben. In Blut angetrocknete Bacillen ertragen $1^1/_2{}^h$ 92⁰, werden bei Sauerstoffzutritt in 9^h, im Vacuum in 11^h durch Licht getötet.

c) Pökeln tötet die Milzbrandbacillen in Schinken nicht in 14 Tagen, aber in 6 Wochen (Peuch).
d) Feuchte Wärme tötet bei 60° rasch.
e) Kälte: Bei einer Aussentemperatur von —1 bis —24° (Mittel —10,4) waren in Agarkulturen die Bacillen in 12 Tagen grösstenteils, in 24 Tagen fast vollkommen abgestorben, die spärlich überlebenden Keime lieferten Kolonien von verminderter Pathogenität und Gelatineverflüssigung.

Lebensdauer und Widerstandsfähigkeit der Sporen:
Trocken aufbewahrt, scheint die Lebensdauer unbeschränkt; Sporen blieben in verschiedenen Proben Wasser und Erde (bei verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnissen), in fauler Milz, in Kloakeninhalt 1¼—2¾ Jahre am Leben. (Sirena und Scagliosa C. f. B. XVII.)

Ueber die wechselnde Widerstandsfähigkeit gegen Hitze siehe pag. 47, gegen Chemikalien pag. 48. Ueber die Resistenz gegen Lichtwirkung vergl. pag. 48; sehr grosse Resistenz fand Mormont, indem Sporen in Wasser erst in 44^h im Sonnenlicht zu Grunde gingen und trocken bei Luftzutritt 100^h, bei Luftausschluss 110^h gut vertrugen.

Chemische Leistungen: Es sind nur die in der Vorbemerkung (pag. 280) mitgeteilten bekannt. Die gebildete Säure soll Essigsäure und Capronsäure sein. Geringe H_2S Bildung, kein Indol. Specifische Toxine konnten die meisten Autoren aus Kulturen nicht gewinnen (vergl. pag. 88), Hankin isolierte eine giftige „Albumose“. Marmier hat neuerdings im Institut Pasteur (A. P. 1895. 7. Juli) ein „specifisches“ Gift erhalten durch Kultur von Milzbrandbacillen auf Peptonglycerinlösung bei niedriger Temperatur, nicht in Bouillon. Das Gift verträgt allerdings unter Abschwächung merkwürdiger Weise 110°. Milzbrandimmune Tiere sind giftfest, abgeschwächtes Gift erzeugt Milzbrandimmunität.

Vorkommen:
a) Ausserhalb des Organismus: Bisher nur und zwar in Sporenform gefunden an Orten resp. Objekten, die mit Milzbrandblut u. dergl. beschmutzt sind, z. B. Scheunentennen, wo Milzbrandkadaver abgezogen worden waren (G. Frank), an Häuten, Wolle und Haaren von Milzbrandtieren, daraus bereitete Pinseln u. dergl.; nicht in Wasser und Boden der Milzbrandweiden nachgewiesen.

b) Im kranken Menschen: Als Erreger von Hautmilzbrand (Pustula maligna), Inhalationsmilzbrand (Hadernkrankheit, Wool sorters desease — in der Mehrzahl der Fälle) und Darmmilzbrand. Bei der erstern Form sind die Bacillen nur an der befallenen Stelle und den davon ausgehenden Lymphbahnen, bei den andern Formen auch im Blute zu finden.

d) Bei Tieren: Häufige Krankheit der Rinder und Schafe, selten der Pferde, (sehr selten der Schweine) die auf Milzbrandweiden grasen. Die Infektion geschieht in überwiegender Häufigkeit durch Sporen vom Darme aus. — Ueber den Sektionsbefund vergleiche pag. 288.

Experimentelle Erfahrungen über Pathogenese: Besonders empfänglich sind: Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen, etwas weniger Hammel, Rinder, viel weniger Pferde. — Oft ziemlich stark immun sind Ratten — namentlich dunkelfarbige — gefunden, weisse erliegen mindestens einer mehrfachen Infektion stets. Schwein, Hund, Huhn und Taube erfreuen sich einer sehr bedeutenden, erwachsene Tiere nicht selten vollkommener Immunität. (Ueber die Variation derselben vergl. pag. 91). Frösche werden im erwärmten Zustand von gewöhnlichem Milzbrand, oder ohne Erwärmen durch, an kühle Temperaturen angepassten Milzbrand (Dieudonné) getötet (pag. 40).

Für die empfänglichen Tiere ist jede denkbare Methode der Einverleibung von Anthraxbacillen und Sporen schon mit Erfolg durchgeführt — Verfütterung sporenfreier Bacillen ist besonders unsicher (Magensäure tötet), subkutane, intravenöse, intraperitoneale, besonders respiratorische Beibringung von Bacillen oder Sporen ist wirksam. — Beisubkutaner Impfung zeigen die Tiere viele Stunden keine Symptome. Frank und Lubarsch fanden, dass beim Meerschweinchen eine Milzbrandrasse, die in 34^h nach der subkutanen Infektion die Tiere tötet, erst $17—22^h$ nach der Infektion Bacillen im Blute auftreten lässt. —

Die Sektion infizierter Tiere ergiebt meist das Bild einer Septicaemie: Ausser blutigem Oedem im subkutanen Gewebe (namentlich in der Nähe der Impfstelle), Ergüssen in die Körperhöhlen und Milztumor meist keine besonderen Veränderungen. Blut, Oedem, alle Organe, namentlich aber die Milz enthalten — aber in wechselnder Menge — die Bacillen.

Die Virulenzschwankungen des B. anthracis sind besonders genau studiert; die Virulenz in gewöhnlichen Kulturen nimmt nicht besonders leicht oder stark ab — doch ist sie sehr leicht absichtlich durch Wärme, Chemikalien etc. bis auf Null abzuschwächen vergl. pag. 89. Tavel beobachtete einmal Milzbrandbacillen (aus einem geräucherten Schinken stammend), die Mäuse erst nach vielen — bis 32 — Tagen töteten. Doch war ein Mensch durch Genuss dieses Schinkens gestorben.

Durch Verimpfung schwach virulenter Kulturen auf Rinder und Hammel erhält man eine schwache, durch nachfolgende Verimpfung stärker virulenter Kulturen, eine bedeutende Immunität, die zwar nicht vor der deletären Wirkung der Verfütterung grosser Mengen virulenter Sporen schützt (Koch), sich aber praktisch in Milzbrandgegenden sehr gut bewährt (Pasteur). Eine Immunisierung mit Stoffwechselprodukten des Milzbrand hat Hankin an Tieren versucht.

Specielle Nachweismethoden und Differentialdiagnose: Handelt es sich — wie meist — um die Diagnose an einem kranken Menschen oder Tier, so giebt sehr oft schon ein gut nach Gram gefärbtes Blutausstrichpräparat ein zweifelloses Resultat. Zur Differentialdiagnose sind namentlich gewöhnliche Agarplatten anzufertigen, die im Brutschrank bei 37° nach 17—36^h Sporen in Fäden zeigen, auch Beobachtung auf Eigenbewegung ist erwünscht, ebenso Zuckeragarschüttelkultur.

Die Differentialdiagnose gegen die am ehesten in Frage kommenden Arten gestaltet sich dann so:

	Milzbrand	Rauschbrand	Malignes Oedem	Bact. vulgare (Proteus)	Bact. coli	Strepto-kokken
Beweglichkeit	O	+	+	+	+	O
Färbung nach Gram	sehr gut	oft gut	meist negativ	gut	O	gut
Wachstum	aërob	anaërob	anaërob	fakultativ anaërob		
Lockenbildung	gut	O	O	O	O	O
Fadenbildung	gut	O	zuweilen	+	+	O
Zuckervergärung	O	+	+	+	+	O und +
Sporen	+	+	+	O	O	O

Das Resultat ist stets mit absoluter Sicherheit in 36^h zu gewinnen.

Schwieriger kann es sein, einen Milzbrandbacillus aus Boden von den sporogenen, nahe verwandten Arten zu unterscheiden. Liegt eine virulente Form vor, so ist die Ueberimpfung einer Bodenprobe auf mehrere Meerschweinchen oft schon im stande die Frage zu entscheiden, man wird die Leichen, wie oben beschrieben, untersuchen. Dabei ist es möglich, dass die einen Tiere an Milzbrand, andere an malignem Oedem, Tetanus oder dergl. eingehen, deren Sporen gleichzeitig in der Bodenprobe waren. — Nicht virulente aus Boden isolierte Milzbrandformen sind nur durch Vergleich mit sicher echtem Milzbrand zu erkennen, wobei die 5 Species der Tabelle (pag. 289) auszuschliessen sind.

Bacillus mycoides. Flügge. p. 324.
Tab. 41 und 42 I—IV.

Synonyme: Wurzelbacillus C. Fränkel. Vergl. Schluss.

Mikroskopisches Aussehen: Ziemlich grosse, an den Enden kaum abgerundete Stäbchen von 1,6—3,6 μ Länge und 0,8 μ Breite. Zuweilen in Fäden angeordnet. [42. III]. Sporen oval.

Eigenbewegung: Fehlte bei frisch von uns aus Erde isolierten Kulturen und bei einer Kolonie aus der Instituts-Sammlung. Nach einigen Autoren ist sie vorhanden.

Färbbarkeit: Auch nach Gram.

Ansprüche an Nährböden: Gering, wächst auch bei Sauerstoffabschluss kümmerlich.

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Im jüngsten Stadium besteht die Kolonie aus einem wenig sichtbaren Härchenkranz [41. VI.]. Nach 1—2 Tagen wird die Gelatine schwach verflüssigt, während die Kolonie an Grösse bedeutend zunimmt. Der Härchenkranz verzweigt sich mehr und mehr, und es bilden sich besonders im Mittelpunkte dickere Aestchen heraus, welche nach der Peri-

pherie hin unregelmässige, feinere, wurzelartige Verzweigungen aufweisen [41. IX.].

b) 50 fache Vergrösserung: Farblose, mehr oder weniger gewundene, ausserordentlich in einander verschlungene Fäden. Im Mittelpunkt ist die Kolonie zuweilen verfilzt, undurchsichtig. Die Verzweigungen sind nur scheinbare, indem nämlich immer zwei, eng aneinander liegende Fäden, sich im gegebenen Punkt von einander entfernen.

Gelatinestich: Ist charakterisiert durch seine, längs des Stichkanals auftretenden parallelen[1]), fast immer gleichlangen zarten Härchen. [41. I.] Die Verflüssigung der Gelatine beginnt schalenförmig, schreitet alsdann cylindrisch fort. Auf der Oberfläche der Verflüssigungszone eine dicke, weisse, an einen Asbestteller erinnernde Haut. Sinkt dieselbe auf den Grund des Trichters herab, dann entsteht sofort eine neue, sodass man Kulturen mit vielen Häutchen finden kann.

Agarplatte:

a) Natürl. Grösse: Den Kolonien der Gelatineplatte anfangs äusserst ähnlich, aber derber [41. VII]. Das weitere Wachstum ist absolut unregelmässig, und man findet sowohl Kolonien mit centralen, stark ausgeprägten Hauptzweigen, als auch solche, in denen die Mittelpartie zart bleibt und um dieselbe herum das Wachstum in ringförmiger Anordnung vor sich geht [41. VIII].

b) 50 fache Vergrösserung: Genau wie die Kolonien der Gelatineplatte. Farblos bis zartgrau, durchscheinend. [42, I] zeigt eine Kolonie mit freiem Mittelpunkt. [42, IV] einen Teil davon bei 150 facher Vergrösserung.

Agarstich: Stichkanal: Parallele, gewöhnlich ungleichlange, pinselförmige Aestchen, zart grau, aber etwas derber wie im Gelatinestich. [41. IV]. Oberfläche:

---

[1]) Im älteren Stadium sind die Härchen oft nach oben gerichtet, [41. II]. Die Verflüssigungszone ist meist klar bis schwach trübe.

Genau wie die Kolonien auf der Agarplatte. Hellgrau, saftig glänzend. [41. V.].

Agarstrich: Grau weisser, saftig glänzender Belag, mit ausserordentlich reich verzweigten, wurzelartigen Ausläufern, welche nach kurzer Zeit die ganze Oberfläche bedecken. [41. III].

Kartoffelkultur: Der Kartoffelkultur von Bac. subtilis äusserst ähnlich. Weiss, im Alter gelblich, etwas erhaben, krümelig, matt, an der Peripherie mit zarten, unscheinbaren Fransen versehen. [42. II].

Chemische Leistungen: vergl. pag. 280. Es fehlt auch H_2S Bildung.

Vorkommen: Sehr gemein im Boden.

Verwandte Arten:[1]) Der von Zimmermann beschriebene **Bacillus radicosus** ist nach der Beschreibung mit unserem Organismus identisch; er unterscheidet sich wie unserer vom Bacillus mycoides, wie ihn Flügge und C. Fränkel beschreibt, durch Bewegungslosigkeit. Weitere Studien über den Zusammenhang dieser Formen sind nötig.

Bacillus subtilis. F. Cohn. (Beiträge Bd. I. H. II. 175). Tab. 36. 37.

Trivialname: Heubacillus.

Mikroskopisches Aussehen: Kurze (1,2—3 μ) ziemlich dicke (0,8—1,2) kräftige Stäbchen mit abgerundeten Enden, oft zu langen Stäbchenketten verbunden, nicht selten ist auch die Abgrenzung der einzelnen Stäbchen nicht deutlich, so dass lange Fäden entstehen. [37. V.]

Sporen: Bildet leicht bei Luftzutritt ovale Sporen, die senkrecht auf die Längsachse auskeimen. Vergl. p. 23.

Eigenbewegung: Sehr lebhaft bei den kürzeren Formen durch lange, peritriche, zahlreiche Geisseln. Die Stäbchenketten zeigen noch Geisseln, wenn sie sich nicht mehr bewegen. [37. VI. IX].

Färbbarkeit: Auch nach Gram.

---

[1]) Ueber Bact. mycoides roseum Scholl, vergl. pag. 257.

Ansprüche an Nährböden und Sauerstoffzutritt: Gedeiht auf den verschiedensten Nährböden bei Zimmer- und Bruttemperatur, bei Sauerstoffabschluss schlecht und ohne Sporenbildung. Wachstum rasch.

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Nach kurzer Zeit sinken die Kolonien schalenförmig ein. Inhalt der Verflüssigungszone grauweisslich. Im Mittelpunkt die weissliche, gefranste, bald auseinanderfliessende Kolonie, [37. III.]. Ein späteres Stadium siehe bei [37. IV.].

b) 60fache Vergrösserung: Anfangs sind die Kolonien rundlich, glattrandig, krümelig, gelblich, zuweilen mit schwachem Haarkranz. [37. II. i] Später werden namentlich bei den oberflächlich gelegenen die Randpartien wellig und bei fortschreitender Verflüssigung der Gelatine lösen sie sich in unzählige, verworrene Locken auf, welche die Kolonie umschliessen. Der Mittelpunkt ist noch fest zusammengehalten, körnig gelblich bis bräunlich, bis auch er nach 4—5 Tagen vollständig zerfliesst. [37. II. e.]

Gelatinestich:

Kolonie weisslich grau, sinkt nach 36 Stunden tellerförmig ein. Inhalt der Schale grau mit weisslichen suspendierten Ballen. [36. I.] Die Verflüssigung schreitet cylindrisch fort. Inhalt grauweisslich wolkig, besonders im untern Teil. Auf der Oberfläche ein weisses dickes, an den Glaswandungen fest haftendes Häutchen. [36. II.]

Agarplatte:

a) Natürliche Grösse: Kleine, unregelmässige, glänzende, grauweissliche Kolonien. [36. VIII.]

b) 60fache Vergrösserung: Aufliegende: Durchaus unregelmässig geformte Kolonien, selten glattrandig, gewöhnlich ausserordentlich zerrissen und gefranst. Die Randpartie besteht aus unregelmässig gewundenen und gelockten Fäden, welche sich zuweilen zu einem undurchdring-

lichen Gewirr zusammenballen können. Mittelpunkt der Kolonie gelblich, feinkörnig. [36. VI.] Tiefliegende: Aehnlich der aufliegenden Kolonie, aber derber, dicker und undurchsichtiger, Aestchen noch unregelmässiger und knorriger. [36. VII.]

Agarstich: Auflage: Saftig glänzend, rundlich glattrandig, erreicht bald die Glaswandung, ziemlich erhaben, schmutzig grau. Zuweilen tritt Häutchenbildung oder radiäre Faltung auf. [36. V.] Vergl. auch 38. VIII.] Stich: Fadenförmig bis körnig.

Agarstrich: Auflage wie auf dem Agarstich. Kondenswasser getrübt. Grauwolkiger Bodensatz. [36. III].

Bouillonkultur: Gleichmässig getrübt. An der Glaswandung Häutchenbildung, zuweilen auch auf der Oberfläche der Bouillon. Geringer weisslicher Bodensatz.

Kartoffelkultur: Schmutzig weisser bis gelblicher Belag, mit wellig ausgebuchtetem Rand, etwas erhaben, matt, niemals glänzend, ziemlich ausgebreitet, bei längerem Stehen mehlig bestäubt. [37. I].

Chemische Leistungen: Vergl. Vorbemerkung pag. 280. Besondere Leistungen unbekannt.

Vorkommen: Im Heu; ein verbreiteter Bodenbacillus. — Im Heu sind daneben noch andere sporentragende Arten, sodass man nach der früher üblichen Methode, Heubacillen zu gewinnen, (Beschickung einer sterilen Nährlösung mit einer kleinen Menge sporenhaltiger Flüssigkeit aus längere Zeit gekochtem Heu) verschiedene Arten erhalten kann.

Praktische Bedeutung: Nicht bekannt. Lässt sich nicht in Milzbrand umwandeln, wie eine Zeit lang angegeben wurde.

Nahe verwandte Arten sind: **Bacillus leptosporus** L. Klein (vergl. pag. 23) und **Bac. sessilis** L. Klein (l. eod).

Genau untersucht haben wir **Bacillus implexus** Zimmermann (I. 32), der ausser durch Unbeweglichkeit von Bac. subtilis nicht unterscheidbar war. Wir werden ihn weiter studieren. — In die Verwandtschaft gehört auch der von Klebs und Tommasi-Crudeli und später von Schiavuzzi und Ferd. Cohn für den Erreger der

Malaria gehaltene **Bacillus malariae** Klebs und Tommasi-Crudeli (Vergl. Schiavuzzi in Cohn's Beiträgen zur Biol. der Pflanzen V. p. 245). Der niemals den heutigen Anforderungen entsprechend beschriebene Bacillus hat sicher nichts mit Malaria zu thun. Vergl. die Kritik Golgi's (C. B. V. 516). Malaria ist eine Protozoeninfektion.

Bacillus megatherium. (De Bary.) Vorles. über Bak. II. Aufl. 1887.

Tab. 35.

Mikroskopisches Aussehen: An den Enden nicht abgerundete Stäbchen 1,6—5 μ lang, 0,6—0,8 μ breit, oft zu langen Ketten vereinigt. [35. X.] Diese Maasse sind ein sicherer Beweis, dass der Organismus durch die lange Kultur kleiner wird; wir besitzen diese Kultur aus dem hygien. Institut Berlin seit 1888. De Bary's Zeichnungen entsprechen einer Dicke von c. 3 μ. (Vergl. Bac. oxalaticus pag. 297.)

Eigenbewegung: Mittels vieler peritricher Geisseln ziemlich langsam beweglich. [35. XI].

Färbbarkeit und Ansprüche an Nährböden etc.: Wie subtilis.

Gelatineplatte:

a) Natürl. Grösse: Wie Bac. subtilis. [35. III].

b) 50fache Vergrösserung: Tiefliegende: Grauweisslich durchscheinend, nach dem Mittelpunkt zu undurchsichtiger, fein bis grob granuliert, auf der ganzen Fläche wie mit kleinsten Härchen besät [35. IV.] Gelangt die Kolonie an die Oberfläche, dann erhält die Peripherie einen Kranz von längeren feinsten Härchen, während sich die mittlere Zone etwas mehr aufhellt. Der Mittelpunkt bleibt kompakt. [35. V.] Erinnert sehr an Bac. subtilis und Bac. mesentericus.

Gelatinestich: Der Stichkanal wird schlauch- bis sackförmig verflüssigt. Inhalt getrübt, zuweilen, besonders später mit wolkigen Flocken. Die Verflüssigung schreitet später cylindrisch fort. [35. I.]

Agarplatte:

a) Natürl. Grösse: Weisse bis grauweisse, etwas erhabene, saftig glänzende Scheiben. [35. VI.]

b) 50fache Vergrösserung: Im jüngsten Zustande erhalten die tiefliegenden Kolonien haarförmige korkzieherartige Ausläufer [35. VII. i], während die oberflächlichen eine zarte, äusserst durchscheinende Zone erhalten [35. VII e]. Letztere wird mit der Zeit undurchsichtig, grob krümelig, gelbbräunlich, meist mit schlingenartig anastomosierenden Linien versehen. Die Tiefliegenden erscheinen später unregelmässig geformt, glattrandig, undurchsichtig, an der Peripherie meist mit Ausläufern. [35. VIII.]

Agarstich und Strich: Wie Bac. subtilis. [35. II.]

Bouillonkultur: Trübung mässig, öfters Häutchenbildung.

Chemische Leistungen: Vergl. Vorbemerkung pag. 280, kein Indol, stark H_2 S.

Kartoffelkultur: Dem Bac. subtilis sehr ähnlich, die Farbe ist meist etwas gelblicher, doch tritt auch die mehlige Bestäubung auf. [35. IX.]

Vorkommen: Von De Bary auf faulenden Kohlblättern gefunden. Der von Detjen 1890 aus dem hiesigen Institut aus Wurst beschriebene **Bac. quercifolius** Lehm. u. Detjen scheint identisch.

Bemerkungen: Die Abgrenzung dieser Art gegen Subtilis stösst auf einige Schwierigkeit, es fehlt die starke Hautbildung auf Gelatinestichkultur, die starke Lockenbildung der Gelatineplattenkultur.

Sehr nahe verwandt ist nach Hüppe's Beschreibung:

Bacillus butyricus. Hüppe. (Mit G. A. II.)
Tab. 42. V—VII.

Nach unseren Untersuchungen an einer seit 6 Jahren bei uns fortgezüchteten Kultur steht derselbe etwa zwischen megatherium und mesentericus. Die geringe Dicke der Stäbchen scheint eine Folge der langen Kultur. Schlanke Stäbchen, 1,2—4 μ lang, bei uns nur 0,3—0,5 μ breit (!) mit mässig abgerundeten Ecken, welche sich mit mehreren peritrichen Geisseln fortbewegen und nach Gram färbbar sind. Auf der Gelatineplatte zeigen sich wie bei Bac. vulgatus Typhusformen, doch von meist stark lappiger Form, central oft erhaben mit kraterförmiger Vertiefung [42. VI.]; später vergrössert sich das krümelige Centrum auf Kosten des äusseren durchscheinenden Randes, [42. VII.] bis endlich die ganze Kolonie auseinanderfliesst.

Auf der Gelatinestichkultur ist ebenfalls eine Haut zu finden, nur verflüssigt der Bac. butyr. etwas langsamer. Die Agarplatte ist genau wie bei Bac. mesentericus, vielleicht etwas zarter, ebenso der Agarstrich und Agarstich, nur die braune Farbe fehlt. Die Kartoffelkultur dagegen zeigt nie ein Maschennetz und ist von megatherium nicht zu unterscheiden. [42. V.] Bouillon bleibt fast klar, auf der Oberfläche bildet sich ein Häutchen. Milch gerinnt, zuweilen bleibt sie flüssig. Gas und Indol werden nicht gebildet, dagegen etwas H_2S. Bildet nach Hüppe aus milchsauren Salzen Buttersäure, auch aus Milchzucker, wenn derselbe von anderen Bakterien vorher hydratisiert ist.

Aehnlich verhält es sich mit

Bacillus oxalaticus Zopf,

der ein grösseres Interesse bietet, weil Migula (A. K. I. Band. p. 139) an ihm wertvolle Studien über Bakterienstruktur anstellte. Was wir von Král erhielten, waren Stäbchen, die sich durch ihre relativ geringe Breite 0,8—1,6 μ von den dicken Formen erheblich unterschieden, die Migula vor sich hatte (Dicke 2,5—4 μ), also wahrscheinlich eine kulturell reduzierte Form. Beweglichkeit und Geisseln fehlten ebenfalls. Auf der Gelatineplatte, anfangs an Coli erinnernd, wird die Kolonie krümelig und sinkt mit breiter Verflüssigungszone ein. Bei weiterem Wachstum nimmt sie einen subtilisartigen Habitus an. Im Gelatinestich ist die Verflüssigung trichterförmig, später cylindrisch. Inhalt trübe. Häutchen vorhanden. Der Agarstrich ist von einer Milzbrandkultur nicht zu unterscheiden. Auf der Kartoffel rein weisse, trockene, später saftig glänzende, erhabene Auflagerung. Bouillon bleibt fast klar. Chemische Leistungen vergl. pag. 280, kein H_2S, kein Indol.

Bacillus vulgatus. (Flügge.) Migula.
Tab. 42. VIII. IX und 43.

Synonyme: Bacillus mesentericus vulgatus Flügge (Flügge, p. 322). Trivialname: Kartoffelbacillus.

Litteratur: Vignal: Le bacille mesentericus vulgatus Paris 1889. Uns nicht zugänglich.

Mikroskopisches Aussehen: Schlanke Stäbchen, kaum an den Enden abgerundet. 1,6—5,0 μ lang, 0,8 μ breit, oft zu Fäden vereinigt. — Bildet leicht rundlich-ovale Sporen. [43. XI.]

Eigenbewegung: Bewegt sich mit mehreren peritrichen Geisseln. [43. XII.]

Färbbarkeit: Auch nach Gram.

Ansprüche an Nährboden und Sauerstoff etc.: Wie Bac. subtilis, raschwüchsig.

Gelatineplatte:

a) Natürl. Grösse: Nach 1—2 Tagen sinkt die Kolonie in die Gelatine ein, unter Bildung eines grauweisslichen, zarten, gefältelten Häutchens, welches auch später, nach Verflüssigung der ganzen Platte nicht auseinander reisst. [43.VII.]

b) 50fache Vergrösserung: Im Jugendzustand ähneln die Kolonien, besonders an den Randpartien, kleinsten Typhuskolonien solange, bis die Gelatine anfängt einzusinken. Vergl. auch [44, XI]. Alsdann wandelt sich diese durchscheinende Zone in eine krümelige Masse um, das Innere wird grobkörnig und erhält läppchenartige Zeichnung, während die Randpartien lappig zerschlitzt auseinanderweichen. Die ganze Kolonie erhält endlich das Aussehen lauter morulaartiger, brauner, lose zusammenhängender Häufchen, einem Pantherfell gleichend [43. VIII u. IX.] Neben diesen eben beschriebenen Formen kommen auch öfters Uebergänge zu den, bei Bac. mesentericus beschriebenen Formen vor.

Getatinestich: Auf der Oberfläche grauweisse, zackig geränderte Auflage, fettglänzend. Allmählich entsteht aus ihr ein derbes Häutchen, welches mit der Gelatine schalenförmig einsinkt. Verflüssigungszone getrübt mit schmutzig grauweissem Bodensatz. [43. I.]

Agarplatte:

a) Natürl. Grösse: Aufliegende: Weiss bis weisslichgrau, saftig glänzend, glattrandig oder schwach krümelig, ziemlich erhaben. Die Tiefliegenden: Rundlich bis wetzsteinförmig, weiss. Zuweilen entstehen auf älteren Kolonien fältelige bis wulstige Erhabenheiten [43. IV].

c) 50fache Vergrösserung: Aufliegende: Rundlich, grau, homogen, ohne Zeichnung, nach der Mitte zu undurchsichtig, an der Peripherie durchscheinend und mit längeren, vielfach ge-

wundenen lockigen Härchen besetzt [43. VI]. Tiefliegende: Rundlich bis wetzsteinförmig, grau, homogen, undurchsichtig, zuweilen auch etwas Haarbesatz [43. V].

Agarstrich: Ueppig, wellig gelappt, grauweisslich, fettglänzend, besonders nach längerer Zeit bedeckt mit zahlreichen unregelmässigen, stark erhabenen Falten. Nach dem Rande zu mehr durchscheinend; Kondenswasser meist klar. Auf demselben ein festes Häutchen [43. II.]. Agarstich entsprechend. [43. III.]

Bouillonkultur: Schwach getrübt. Auf der Oberfläche ein festes, grauweisses Häutchen, welches sich beim Schütteln nicht zerteilen lässt.

Milchkultur: Schleimig geronnen. Reaktion stark alkalisch. Zuweilen findet Gerinnung nicht statt.

Kartoffelkultur: Höchst variabel. Die typischste Form ist jedenfalls die mit zahlreichen gewundenen und verschlungenen mehr oder weniger wulstigen Erhebungen, steil aufsteigend und steil abfallend, den Darmschlingen nicht unähnlich [43. X]. Die Farbe ist teils weisslichgrau, teils gelblich, gelb, selbst rosabräunlich. Die Schlingen treten auch breit wulstig auf [42. IX], oder es kommen dicke, saftig glänzende Erhebungen vor (colonartig) [42. VIII]. Der Belag kann endlich als schleimige Masse die ganze Kartoffel bedecken.

Chemische Leistungen: Vergl. Vorbemerkung pag. 280. Indol nicht; H_2S schwach.

Vorkommen: Gemein im Boden. Dann häufige Verunreinigung unserer Kartoffelkulturen. (Kartoffelbacillus. — In Würsten (Detjen, Serafini), im Darm.

Praktische Bedeutung: Gering. Bringt wie die verwandten Arten gelegentlich in ungenügend sterilisierter Milch eine langsame Koagulation bei alkalischer Reaktion hervor, später Lösung des Koagulums unter Bildung von bitter schmeckenden schädlichen Produkten.

Die Eigenschaft der Bacillen, durch Verquellung ihrer Membran gelegentlich reichliche Mengen eines

schleimigen Kohlehydrats zu bilden, wird zuweilen lästig. — So fanden Uffelmann, Kratschmer und Niemitowicz (C. B. VIII. 481) und K. B. Lehmann Bac. vulgatus und ihre Verwandten als Erreger einer klebrig fadenziehenden Beschaffenheit von Backwaren (Brot, Liebig's Gesundheitskuchen).

Verwandt erscheint **Bac. gummosus** Ritsert (C. B. XI. 830) aus gelatinierendem Digitalisinfus. Vergl. auch Happ (C. B. XIV. 176.) Nach beiden Autoren soll dieser Organismus nur aus Rohrzucker u. nicht aus Trauben- oder Milchzucker Schleim bereiten, der Schleim nicht aus der Membran entstehen. Daneben entsteht Mannit, Traubenzucker, Milchsäure, Buttersäure und Kohlensäure. Der **Scheurlen**'sche **Carcinombacillus** (C. B. III. 397) hat sich auch als ein Organismus aus der Gruppe des Bac. vulgatus herausgestellt (C. B. III. 397), der mit Carcinom nichts zu thun hat.

Bacillus mesentericus. (Flügge.) Lehm. et Neum. Tab. 44.

Synonyme: Bacillus mesentericus fuscus Flügge. (Flügge p. 321.)

Mikroskopisches Aussehen: Schlanke abgerundete Stäbchen, 0,8—2,4 μ lang, 0,7—0,9 μ breit. Neigung zur Bildung rundlicher Sporen.

Eigenbewegung, *Färbbarkeit*, *Lebensbedingungen*: Bac. vulgatus.

Gelatineplatte:

a) Natürl. Grösse: Kleine rundliche grauweisse Kolonien, welche sehr bald in die Gelatine einsinken, Verflüssigungszone flach, grau, trübe. Die Kolonien erinnern sehr an Subtilis. [44. X].

b) 50fache Vergrösserung: Aufliegende: Im jüngsten Stadium typhusartig wie Bac. vulgatus. [44. XI.] Vgl. auch [16. VIII]. Bei Eintritt der Verflüssigung wird die durchscheinende Zone zart krümelig, an der Peripherie entsteht ein Kranz von feinsten Härchen und die ganze Kolonie nimmt den Charakter einer verflüssigenden Subtiliskolonie an. Das Centrum ist meist graubräunlich, undurchsichtig. [44. IX.] Tiefliegende: Graugelblich, unregelmässig; der Rand ist besetzt mit gekräuselten, haarartigen Ausläufern.

Gelatinestich: Die Kolonie sinkt schon nach 12—24 Stunden schalenförmig ein. Die Verflüssigung schreitet erst trichterförmig, später cylindrisch vorwärts. Inhalt des Trichters mässig getrübt, auf der Oberfläche ein weissgraues Häutchen. [44. I.]

Agarplatte:

a) Natürl. Grösse: Rundliche, graue, dünne, schleierige Auflagen, durchscheinend, mit der ursprünglichen weisslicheren Kolonie im Mittelpunkt. [44. V.]

b) 50fache Vergrösserung: Die ursprüngliche, unter der Oberfläche liegende Kolonie erscheint gelbbräunlich, mässig bis stark krümelig, am Rande glatt oder mit krausen Ausläufern versehen. Gelangt die Kolonie an die Oberfläche, so bildet sich eine zarte, schwach punktierte, durchscheinende, unregelmässige Auflage von grauer bis gelblicher Farbe. [44. VIII.]

Agarstrich: Wellig buchtig, saftig glänzend, gelbbräunlich, an manchen Stellen grau durchscheinend. Kondenswasser trübe mit gelblichem Bodensatz, auf der Oberfläche ein Häutchen. [44. II].

Bouillonkultur: Mässig getrübt, auf der Oberfläche ein Häutchen.

Kartoffelkultur: Im Anfang ist die Auflage mässig erhaben, graugelblich, saftig glänzend, schleimig. [44. III.] Später verwandelt sie sich in ein stark erhabenes, unregelmässig eckiges Netz- und Maschenwerk von gelblichgrauer Farbe und mattem Glanz. [44. IV].

Chemische Leistungen: Vergl. Vorbemerkung (pag. 280), etwas Indol, kräftig H_2S.

Vorkommen, praktische Bedeutung etc.: Wie Bac. vulgatus.

Einige Bemerkungen über Tyrothrix (Duclaux).

Erst in neuester Zeit haben die von Duclaux als Tyrothrix beschriebenen sporentragenden Arten aus Käse eine nähere Beschreibung nach den Koch'schen Methoden von Willibald Winkler gefunden. Derselbe lehrte eine ganz gewaltige biologische und

morphologische Variabilität, namentlich der Tyrothrix tenuis Duc. genannten Art kennen. Es kommen Formen vor, die Zucker kräftig unter Gasbildung zersetzen und schwach oder gar nicht Gelatine verflüssigen, und andere, die bei lebhaftem Peptonisierungsvermögen nur Spuren von Zucker vergären und nach der Beschreibung und Abbildung auf Gelatine von Bac. subtilis nicht zu unterscheiden sind. (C. B. Abth. II Bd. I 657.)

Wir haben Tyrothrix tenuis und geniculata von Král bezogen, genau untersucht und bemerken hierüber:

Tyrothrix tenuis Duclaux.

Mikroskopisch und auf Gelatineplatten, Gelatinestich und Agarstrich, Milch, Bouillon etc., von Bacillus subtilis nicht zu unterscheiden, keine Spur von Gasbildung aus Dextrose. Die Kartoffel zeigt dagegen eine Kultur, die etwa an Bac. vulgatus erinnert. Die Auflage ist blassrosa, stark erhaben, wellig begrenzt, von voluminösen Wülsten durchzogen. Die Art steht etwa zwischen Bac. subtilis und vulgatus. Merkwürdiger Weise fehlte die Färbbarkeit nach Gram. Eine Form, die Zucker vergärt, fanden wir bisher nicht.

Tyrothrix geniculata[1] Duclaux.

Die Gelatineplatten erinnern makroskopisch an Bac. vulgatus, bei $\frac{60}{1}$ bieten sie ein interessantes Schauspiel. Die Kolonien liegen erst wie Typhus zart gelappt der Gelatine auf, bei zunehmender Verflüssigung lösen sich die Lappen zu Locken auf, die an Regelmässigkeit mit denen des Milzbrand wetteifern können, noch später zerfällt der Lockenkranz, und es schwimmt die kompakte, am Rande von unregelmässigen, zerfallenen Massen umgebene Kolonie in einem flachen Verflüssigungstrichter. Auch die Kartoffelkultur und das sonstige Verhalten gleicht Bac. vulgatus. Von Aestchenbildung auf Gelatine, wie sie Winkler beschreibt, sahen wir nichts.

Für die anderen Duclaux'schen Formen **T. urocephalum, filiformis, distorta, scabra** verweisen wir um so eher auf Winklers Arbeit, als es uns unbedingt geboten scheint, diese variablen Arten mit den in der deutschen Nomenklatur eingebürgerten Species in Beziehungen zu bringen und sie nicht neben diesen zu behandeln. Die ganze Subtilis-Vulgatusgruppe bietet noch sehr viel Stoff für eine methodische Durchforschung.

Bacillus liodermos (Flügge) Lehm. et Neum.

Bacillus mesentericus liodermos Flügge p. 323.

Dieser von Flügge als kurzes, äusserst lebhaft bewegliches Stäbchen beschriebene Bacillus ist uns in den letzten Jahren nicht

---

[1]) Winkler benützt Tyrothrix als Masculinum!

sicher begegnet. Die Gelatinekultur auf der Platte und im Stich ist wie Bac. vulgatus; die Kartoffelkultur stellt einen glatten, glänzenden, gelblichweissen syrupösen Ueberzug der Kartoffel dar, der sich erst nach mehreren Tagen leicht runzelt und trübt. — Ziemliche Verwandtschaft scheint **Bacillus mucosus** Zimmermann (II. p. 8) aus schleimigem Wasser, zu haben.

Bacillus aterrimus. (Biel) Lehm. et Neum.

Einen sehr auffallenden aëroben schwarzes Pigment bildenden ganz mit den auf p. 280 angegebenen Eigenschaften stimmenden sporentragenden Bacillus beschrieb, während der Korrektur dieser Blätter Biel in Kiel. Die Gelatinplatte scheint an Subtilis und Bact. vulgare zu erinnern; Gelatinestichkulturen zeigen trichterförmige Verflüssigung ohne Verfärbung. Auf Kartoffeln werden erst graublaue, dann braunschwarze, faltige saftige Häute gebildet, die Kartoffel wird durch und durch schwarz. Agarkulturen werden braun mit gelbbrauner Haut. Der Organismus ist nicht pathogen. Vergl. Biel (C. B. II. Abth. 2. Band 137).

Weitere sporentragende aërobe Arten.

Hier schliessen sich an, die im allgemeinen Teil von der biologischen Seite eingehender besprochenen thermophilen Arten. Vergl. p. 39, 53. Wir müssen für die Charakteristik der einzelnen Arten auf die dort citierte Originallitteratur hinweisen, da dieselben bisher noch nicht benannt und ohne grösseres praktisches Interesse sind, abgesehen von der Frage der Selbsterhitzung von Heu, Dünger etc. Wir beschreiben nur den von uns nach einer Král'schen Kultur näher untersuchten, wohl auch durch lange Kultur stark degenerierten

Bacillus mesentericus ruber. Globig. Z. H. III. 294.

Schlanke Stäbchen 1—3,2 μ lang, 0,4 μ breit, zuweilen längere Fäden bildend. Nicht beweglich, nach Gram färbbar. Keine Sporen. Die Gelatineplatte zeigt recht variable Formen. Anfangs tragen alle Kolonien ein typhusartiges Aussehen, später behalten einige Kolonien dasselbe bei, andere bilden dicke, saftige weisse Auflagerungen, wieder andere verflüssigen mit Häutchenbildung, noch andere in Form von Subtiliskolonien. Auf dem Gelatinestich typhusartige Auflagerung, welche jedoch nach längerer Zeit langsam trichterförmig einsinkt. Kartoffelkultur anfangs wie Coli, später erhält die Kultur eine Rosafärbung, welche endlich in rötlich braun übergeht. Agarstichkultur zart, weissgrau durchscheinend, saftig glänzend, später entsteht

ein netzartiges Häutchen auf der Oberfläche. Bouillon wird schwach getrübt, auf der Oberfläche dünnes Häutchen. Milch gerinnt nicht, Reaktion schwach alkalisch. H_2S und Gas werden nicht gebildet.

Vorbemerkung zu der speciellen Beschreibung der hier geschilderten anaëroben Arten.

Gemeinsam haben die 3 näher zu schildernden Arten:

a) Die Gelatine wird verflüssigt und (ähnlich wie durch Bact. vulgare) Fettsäuren von der Ameisensäure bis zur Capronsäure und ausserdem Säuren mit aromatischen Gruppen: Phenylpropionsäure, Hydroparacumarsäure, Skatolessigsäure geliefert. (Nencki.)

2) Auch ohne Anwesenheit von Zucker (!) entstehen aus Eiweiss nach Nencki: Kohlensäure, Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Merkaptan, Sumpfgas, vielleicht freier Stickstoff (Bovet C. B. VIII. 174). Die Gase stinken heftig.

3) Bei Anwesenheit von Zucker entsteht ein weniger stinkendes, aber süsslich widerwärtig riechendes Gasgemisch, in dem Wasserstoff und Kohlensäure dominieren.

4) Eigenbewegung durch zahlreiche peritriche Geisseln.

5) Sporen teils mittel-, teils endständig.

Ueber ihre Resistenz gegen Schädlichkeiten vergleiche die Angaben von Sanfelice (C. B. XVII. 259.). Darnach wären sie lange nicht so widerstandsfähig wie die aëroben Erdsporen, bei 100° im strömenden Dampf in höchstens 15 Min. getötet, auch 80—90° schädigt zuweilen schon ziemlich rasch. In Boden trocken aufbewahrt, sind sie monatelang, wohl jahrelang lebensfähig, auch wenn man die Sporen nebst der Erde in Wasser bringt, halten sie sich monatelang.

6) In den Reinkulturen sind die Arten mehr oder weniger vollkommen anaërob, in Mischkulturen mit manchen aëroben Saprophyten gedeihen sie in-

dess ganz gut aërob. Es wird dies nicht dadurch bedingt, dass die aëroben, beigemischten Arten den anaëroben den Sauerstoff wegnehmen, denn auch auf den toten Synergeten vermag aërobes Wachstum der Anaëroben stattzufinden (Kedrowski Z. H. XX. 358.)

Bacillus tetani. (Nicolaier.) (Deutsch. med. Woch. 1884.) Tab. 45.

Litteratur: Kitasato (Z. H. VI. 105: X. 305), Kitt (C. B. VII. 391.)

Mikroskopisches Aussehen: Stäbchen 1,2—3,6μ lang, 0,5—0,8 breit, öfters sehr lange Fäden, zuweilen auch Stäbchen kettenartig angeordnet [45. IX]. Sporen endständig in den kurzen Stäbchen, länglich bis rund, 1,5—2,0 μ lang und etwa 1,5 μ dick. [45. VII]. Manchmal sitzt ein Stückchen Faden szepterförmig dem sporentragenden Ende auf. Zuweilen sporulieren auch die langen Fäden [45, X], an manchen Stellen sieht man ganz deutlich endständige Sporen tragende, kurze Stäbchen aus den Fäden hervorgehen, an anderen liegt Spore an Spore, so dass die ganze Substanz des Stäbchens zur Spore geworden zu sein scheint. Aehnliches scheint Vincenzi (C. B. XIV. 149) gesehen zu haben.

Eigenbewegung: Gering oder fehlend trotz zahlreicher langer, peritricher Geisseln. Nach Schwarz (C. B. XII. 391) nur 1 endständige Geissel!

Färbbarkeit: Auch nach Gram.

Sauerstoffbedürfnis: Frisch aus dem Tierkörper gezüchtet (aus Wunden, von denen Tetanus ausgegangen war, aus tetanusverursachenden Nägeln etc.) stets absolut anaërob. Durch längere Kultur im Stich (hohe Kultur) wird der Pilz allmählich weniger sauerstoffempfindlich. Erleichtert wird die Kultur durch die Anwesenheit gewisser Saprophyten, die noch bei Sauerstoffzutritt Wachstum gestatten. Neuestens ist es Carbone und Perrero (C. B. XVIII N. 7) gelungen, aus einem Fall von rheumatischem Tetanus,

bei dem gar keine Verletzungen irgendwo zu beobachten waren, aus dem Bronchial- und Trachealschleim virulente Tetanusbacillen zu züchten, die viel besser und üppiger aërob gediehen — in der Reinkultur aber nicht mehr virulent waren. Dort auch weitere Litteratur über frühere Befunde aërober Tetanuskulturen (Belfanti). — Aehnliches beobachtete Kamen (C. B. XVIII. 513.)

Wachstumsintensität und Temperaturansprüche: Mässig schnell, am besten bei 36—38°, bei 14° nicht mehr.

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Anfangs kleine, weisse punktförmige Kolonien, die sich beim Einsinken mit einer durchscheinenden, grauen Verflüssigungszone umgeben [45, IV] vgl. auch [46, VI].

b) 60fache Vergrösserung: Die Kolonie besitzt meist einen gelbbräunlichen, stark krümeligen Mittelpunkt, von welchem erst ein Kranz kurzer Härchen, später zahllose, dicht ineinander verschlungene und gewundene, korkzieherartige Fäden ausgehen. Je älter die Kolonie, desto verwickelter, länger und unregelmässiger werden diese Ausläufer, die vielfach krümelig zerfallen [45. III.].

Gelatinestich: Im Innern der Gelatine entstehen vom Stichkanal erst wolkige, dann blasen- oder schlauchförmige Aussackungen, die getrübt und mit wolkigen, körnigen, flüssigen Massen angefüllt sind [45. II].

Agarplatte:

a) Natürliche Grösse: Kolonien weisslich, rundlich bis zackig, gewöhnlich umgeben mit einem äusserst zarten Schleier [45. V.]

b) 60fache Vergrösserung: Die ursprüngliche Kolonie erscheint graugelb, rundlich undurchsichtig, umschlossen von einer breiten, aus einem Gewirr von feinsten gekräuselten Härchen bestehenden Zone. Nach dem Rande hin durchscheinend, nach dem Centrum graugelblich, undurchsichtig [45. VI].

Agarstich: Der mit der Platinöse durch einfaches Ein-

senken erzeugte Stich wächst im Innern des Agar bandförmig, schuppig [vgl. 46. II]. Dreht man die Oese im Agar, dann breitet sich das Wachstum in einer grösseren Zone aus, und es entsteht ein wolkig geschichteter Kegel [45. I], dessen Oberfläche sich nach sehr langer Zeit mit Spitzen und Zäckchen umgibt [46. III].

Blutserum: Wird bald verflüssigt, bald nicht.

Bouillonkultur (anaërob). Mässig getrübt.

Milchkultur: Keine Koagulation, Reaktion amphoter.

Eiweissfreie Nährböden: Auf Uschinskylösung kein deutliches Wachstum.

Widerstandsfähigkeit des Bacillus Ohne praktische Bedeutung, da er sehr leicht sporuliert.

Widerstandsfähigkeit der Sporen: Vergl. pag. 304 und Tizzoni und Cattani (C. B. IX. 487).

Chemische Leistungen: Vergl. pag. 304. Die von uns studierten Formen bildeten aus Zucker lebhaft Gas, eine Säurebildung war (wohl wegen gleichzeitiger starker Alkalibildung?) nicht zu konstatieren. — Abgeschwächte (wenig pathogene) Formen bilden nach Tizzoni und Cattani oft stärker Säure, wachsen auch üppiger (C. B. XI. 150). Auf zuckerfreien Nährböden sahen wir keine Gasbildung. Aeusserst starke H_2S-Bildung, wenig Indol. Die chemischen Leistungen von malignem Oedem und Rauschbrand sind kräftiger. Ueber Toxine vergl. pag. 70.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Verbreitet in Gartenerde, Heustaub. Sehr oft macht Verimpfung von Bodenproben und Fehlbodenproben aus Wohnungen (Heinzelmann) auf Tiere Tetanus.

b) Im gesunden Organismus: Im Kot von Pferden und Rindern (Sormani).

c) Im kranken Menschen: Ursache des Trismus und Tetanus traumaticus, Tetanus puerperalis und neonatorum durch Wundinfektion. Der Organismus findet sch nur im Wundsekret

und zwar meist spärlich — nie im Blut und den inneren Organen. Der „rheumatische Tetanus" scheint (siehe oben) durch Trachealinfektion mit aëroben Tetanusrassen zu entstehen.

d) Bei Tieren: Wird öfters spontan bei Pferden, seltener bei Schafen, Ziegen und anderen Haustieren beobachtet.

Experimentelle Erfahrungen über Pathogenese:

a) Am Tier: Empfänglich sind besonders Pferd, Meerschweinchen, Maus, weniger Kaninchen, Schaf. — Hund, Ratte, Taube, Huhn sind fast immun. Die Virulenz konserviert sich recht gut in Kulturen.

Nach Infektion am Kreuz mit virulentem Material zeigt die Maus — das meist verwendete Versuchstier — nach etwa 12^h die ersten Tetanussymptome, Reflexsteigerung und Steifigkeit der Muskelgruppen nahe der Infektionsstelle (Schwanz, Hinterbeine) und geht in Robbenstellung (Kitt) d. h. mit gestreckten Hinterbeinen zu Grunde. Leichte Infektion kann zu einseitigem Tetanus und Genesung führen. Reinkulturen machen an der Impfstelle keine Eiterung, die Organismen bleiben auf die Impfstelle beschränkt.

Ausgewaschene Tetanussporen oder solche, die durch längeres Erhitzen auf 80^0 von Toxinen befreit sind, sind nach Vaillard und Rouget (A. P. VII) unschädlich — sie werden einfach von Leukocyten gefressen. Trauma, Stoffwechselprodukte, Beimischung von anderen Bakterien, Schutz der Sporen durch Umhüllung ist nötig, um Tetanus hervorzubringen. Andere Forscher widersprechen, so Roncali (C. B. XV).

Durch Einverleibung von sterilem Tetanusgift kann man Tiere unter Tetanussymptomen töten, durch wiederholt vorsichtig gesteigerte Dosen aber hochgradig gegen Tetanus aktiv immunisieren. Durch das an Antitoxin reiche Serum kann man andere Tiere passiv immunisieren, ja infizierte Tiere durch grosse Dosen retten. — Eine tetanusimmune

Mäusemutter überträgt hohe Immunität auf die Nachkommenschaft (für 2—3 Monate), ein tetanusimmuner Vater nicht. Die Milch tetanusimmuner Tiere erhält resp. erzeugt Immunität der eigenen oder fremden saugenden Jungen.

b) Am Menschen: Tetanusinfektionsversuche am Menschen fehlen. Heilerfolge durch Injektion von Tetanusantitoxin bei Tetanuskranken sind (namentlich von Tizzoni und Cattani) behauptet, von deutschen Forschern aber bisher nicht sicher konstatiert.

Specielle Nachweis- und Kulturmethoden: Der Nachweis des Tetanusbacillus im spärlichen Sekret einer meist verklebten Wunde kann schwer sein. In erster Linie sucht man im mikr. Präparat des ev. ausgeschabten Wundsekrets nach endständigen Sporen, deren Nachweis unter diesen Umständen als ziemlich sicherer Tetanusbeweis gelten darf. Zweitens, und das ist nie zu unterlassen, verimpft man kleine Sekretmengen, besonders aber Fragmente und Splitter der etwa in der Wunde gefundenen Fremdkörper auf Mäuse (pag. 308), und endlich sucht man durch anaërobe Zuckeragarplatten den Tetanusbacillus zu kultivieren. Kitasato hat vorgeschlagen, um sporenfreie, störende Organismen zu entfernen, vorher $^1/_2{}^h$ auf 80^0 zu erhitzen, doch leidet dabei leicht die Virulenz der Tetanussporen; erwärmen auf $60—65^0$ während 10 Minuten reicht auch, um alle sporenfreien Beimengungen zu töten.

Verwandte Arten: Mit endständigen Sporen, fakultativ anaërob, auf der Platte wie Bac. tetani wachsend, beschreibt Zimmermann (I. 50) seinen **Bac. gracilis** Zim.

Bacillus Chauvoei Aut. gallic.[1])

Synonyme: Bact. sarcemphysematis Kitt, Rauschbrandbacillus, Bacille du charbon symptomatique.

Tab. 46.

---

[1]) Ueber eine Varietät vergl. (C. B. XVIII. 141). Eine nicht pathogene Form vergl. Klein. (C. B. 950. XVI.)

[2]) Litteratur bei Remesoff und Fedoroff (C. B. XV. 115).

Litteratur: Kitasato (Z. H. VI. 105. VIII. 55). Ellenberger u. Hofmeister Path. der Haustiere (II. p. 458.) Kitt (C. B. I. 684. 716. 741.) (C. B. III. 572. Zusammenhängendes Referat.)

Eine eingehende Beschreibung der Kulturen ist unnötig. Wie Tab. 46 zeigt, ist ein irgendwie durchgreifender Unterschied zwischen den Kulturen dieses Bacillus und des Bac. tetani nicht angebbar, wenn man nicht eine etwas grössere Ueppigkeit der Rauschbrandkulturen hervorheben will.

Die Bacillen selbst zeigen lebhafte Eigenbewegung durch peritriche Geisseln, gute Färbbarkeit nach Gram[1]), und häufig Sporen, die dem einen Bacillusende etwas stärker genähert sind. Daneben enthalten die Bacillen leicht färbbare, helle Granula.

Nach Kitasato findet im Tier erst nach dem Tode Sporenbildung statt. — Sehr gross ist die Lebenszähigkeit des sporentragenden Organismus in getrocknetem Fleisch von Rauschbrandtieren. Die chemischen Leistungen des Pilzes sind ziemlich eingehend untersucht, auf ihn bezieht sich die Mehrzahl der Angaben auf pag. 304. Unsere Kulturen koagulieren Milch.

Der Pilz findet sich als Erreger des Rauschbrands, (einer früher mit Milzbrand verwechselten gefährlichen, auf gewisse Weiden lokalisierten Rinderseuche), im blutigen Oedem und den Muskeln, dem Darminhalt und der Galle der erkrankten Tiere. Die Rinder gehen meist unter Entwicklung einer grossen knisternden Hautbeule, regionaler Lymphdrüsenschwellung, hohem Fieber und Sopor in $1^1/_2$—3 Tagen zu Grunde, und bei der Sektion findet sich dann in der Beule ein blutig sulziges, von Gasblasen durchsetztes Oedem, daneben geringe haemorrhagische Exsudate der serösen Höhlen, Peritonitis — die Milz normal. Die Infektion geht von einer Haut oder Schleimhautverletzung aus. Von Versuchstieren sind namentlich Rinder von 1—3 Jahren, (Kälber unter $^1/_2$ Jahr weniger), Ziegen und Schafe und ganz besonders Meerschweinchen empfänglich; der

[1]) Nach Günther fehlt Färbbarkeit nach Gram.

Mensch ist immun, ebenso Mäuse, Kaninchen, Ratten, Schweine, Hunde und Katzen; das Pferd und seine Verwandten reagieren bei Impfung nur lokal. Schutzimpfungen durch abgeschwächte Kulturen (oder mehrere Stunden auf 100° erhitztes, trockenes Rauschbrandfleischpulver) haben sich sehr bewährt. Immunisierung gegen Rauschbrand soll nach Roux auch gegen malignes Oedem schützen; Kitasato fand das Gegenteil, vgl. auch A. P. 1894. p. 401.

Bacillus oedematis maligni Koch.
Tab. 47.

Synonyme: Vibrion septique der Franzosen. Bacillus des malignen Oedems.

Litteratur: Koch (Mitt. a. d. Gesundheitsamt. I. 53.) Kitasato (Z. H. VI. 111). Brieger u. Ehrlich. (Berl. Klin. Woch. 1886) Jensen u. Sand (Deut. Zeit. f. Tiermed. XIII.) Penzo (C. B. X. 822). Horne (C. B. XIX. 77).

Mikroskopisch: Kräftige Stäbchen, wie Tetanus und Rauschbrand, aber mit grösserer Neigung (besonders im Kadaver) zu langen Fäden auszuwachsen. Lebhafte Eigenbewegung durch peritriche Geisseln, aber nur bei kurzen Formen, lange Fäden sind meist kaum beweglich. Sporen in den kürzeren Stäbchen teils mittel- teils endständig. — Nach Gram waren unsere Kulturen nicht färbbar, die Mehrzahl der Autoren giebt das gleiche an. In Kulturen fanden wir den Bac. oedematis maligni nicht unterscheidbar vom Rauschbrandbacillus, wie Tab. 47 beweist, auf der wir nicht mehr abbildeten, weil alles weitere auch nur Wiederholung des bei Rauschbrand Abgebildeten gewesen wäre. Nur fanden wir das Wachstum etwas kümmerlicher als bei Rauschbrand, die Lebensdauer der Kulturen kürzer. — Die chemischen Umsatzprodukte sind vielfach studiert, es sind im wesentlichen die pag. 304 aufgezählten. Dazu kommt auf zuckerhaltigen Nährböden Aethylalkohol und inaktive Milchsäure (Kerry). — Mischkulturen des Micr. acidi paralactici Nencki und des Bac. oed. maligni bilden

reichlich Butylalkohol, was keine dieser Arten allein kann. (Nencki C. B. XI. 226).

Vorkommen: Sehr weit verbreitet im Boden, Schmutzwasser, Heustaub etc.; Bodenproben, Tieren (am besten Meerschweinchen) eingeimpft, bringen sehr leicht (noch häufiger wie Tetanus) malignes Oedem hervor. — Ist die Ursache der Gangrène foudroyante, des akut purulenten Oedems, des malignen Oedems der Menschen und Haustiere. — Nach Horne werden die verschiedensten septischen Erkrankungen der Haustiere gelegentlich durch den Bacillus hervorgebracht. Der Sektionsbefund ergiebt, namentlich an der Infektionsstelle, stark blutig sulziges, oft weit verbreitetes. Oedem, Milz vergrössert.

Tierversuche sind zweckmässig durch subkutane Injektion von anaëroben Bouillonkulturen zu machen, am bequemsten mit nicht zu kleinen Mengen Oedemsaft gestorbener Tiere, oder durch Einführung des Infektionsmaterials in tief gebohrte Hauttaschen. Von Versuchstieren sind Meerschweinchen und, im Gegensatz zu Rauschbrand, Maus und Kaninchen empfänglich, ausserdem Rinder, Schafe, Ziegen, Pferde und Tauben.

Die Symptome der experimentellen Erkrankung durch Infektion beim Meerschweinchen entsprechen sehr schön den Erfahrungen bei der Sektion spontan erkrankter Tiere. Auch bei aus anderen Gründen verendeten und an warmen Orten gelegenen Tieren können im Blute Bacillen (aus dem Darmkanal eingewandert) zu finden sein, die identisch oder sehr ähnlich mit denen des malignen Oedems sind, also Vorsicht bei der Begutachtung nicht frischer Kadaver.

Im Blut des frischtoten Tieres fehlen die Bacillen, treten aber post mortem sehr bald überall auf, meist in der Form langer Fäden. Bei der Maus dagegen, die besonders empfänglich ist, findet auch im Blut Vermehrung statt. Nach Penzo sind, ganz ähnlich wie beim Tetanus, die von den Bacillen in vitro gebildeten Toxine von grosser Bedeutung für den Ausfall des

Impfversuchs, kleine Dosen der Reinkultur fand er wirkungslos.

Sehr leicht findet dagegen Infektion statt, wenn — wie dies bei der natürlichen Infektion wohl oft der Fall ist, gleichzeitig andere, an sich kaum schädliche Bakterien, mitverimpft werden, so z. B. Bact. vulgare oder Bact. prodigiosum.

Verwandte Arten: Ohne eigene Studien angestellt zu haben, gewinnt man den Eindruck, als ob der Bac. oedem. maligni recht schwer von den verwandten Arten abzugrenzen sei. Vgl. z. B. **Pseudooedembacillus** von Liborius (Z. f. H. I. 163), **Novy's Bacillus oedematis maligni II** (Z. H. XVII. 209).

Differentialdiagnose zwischen

Bac. oedematis maligni.	Bac. Chauvoei.
In der Oedemflüssigkeit zu langen Fäden auswachsend.	In der Oedemflüssigkeit nicht zu langen Fäden auswachsend.
Pathogen für Kaninchen und Mäuse.	Nicht pathogen für Kaninchen und Mäuse.
Nicht färbbar nach Gram.	Färbbar nach Gram.

Immerhin scheinen Formen vorzukommen, wo die Differentialdiagnose sehr schwer wird. Kerry hat aus getrocknetem ‚Rauschbrandfleisch' einen Bacillus gezüchtet, der durchaus in seinem Verhalten an Rauschbrand erinnert, dagegen Kaninchen und Mäuse tötet. Ihn für den Bac. oedematis maligni zu halten, verbot die Thatsache, dass nie lange Fäden beobachtet wurden.

Weitere anaërobe Arten.

Ueber das Heer der sonst beschriebenen anaëroben Bacillen im Rahmen dieses Buches zu berichten, erscheint uns nicht thunlich. Wir selbst haben dieser Gruppe bisher nur, soweit es sich um die pathogenen Arten handelt, Zeit widmen können und aus diesen Studien den Eindruck gewonnen, dass, da selbst diese pathologisch z. T. recht differenten Arten morphologisch so ähnlich sind, eine gründliche, vergleichende Untersuchung der anaëroben Bodenbacillen und der 3 ‚typischen' patho-

genen Arten notwendig sei; wir denken, dass hier ganz analoge Variationen und Schwierigkeiten entdeckt werden, wie bei den aëroben Bacillen. Einstweilen verweisen wir Interessenten auf die Arbeit von Dr. R. Gerstner (A. K. I. Band, Heft II, 151), der die Litteratur mitteilt, 7 neue Arten beschreibt und sich der — offenbar herzlich undankbaren — Aufgabe unterzogen hat, die ihm aus eigenen Studien und Litteraturangaben bekannten 24 Arten in eine dichotome Tabelle zu ordnen. Es tritt dabei recht deutlich hervor, wie unvollkommen — meist nur sehr einseitig — die Arten der Litteratur auch den Specialforschern bekannt sind, und wie nötig hier Arbeiten sind, wie wir sie für einige andere Teile des Buches zu leisten versucht haben: Kritische skeptische Vergleichung unter nachdrücklicher Beachtung der Variabilität.[1])

Das was hier von den nicht specifisch pathogenen, anaëroben Bacillen im allgemeinen gilt, hat leider auch für die praktisch-technisch wichtigen unter ihnen Geltung, so ist z. B. die von verschiedenen Autoren (Prazmowski, M. Gruber, Beyerinck, Botkin, Kedrowski, Flügge) u. a. gelieferte Beschreibung anaërober Buttersäurebildner so wenig übereinstimmend und doch wieder so einförmig, dass es ohne Specialstudien und auf engem Raum nicht möglich wäre, hier mehr zu geben als ein ziemlich wertloses Referat über teilweise widersprechende Einzelangaben. Eine gute Uebersicht hat zudem Baier in neuester Zeit geliefert (C.-B. II. Theil Bd. I. N. 1 und folg.), der 18 Arten zusammenstellt, welche unter einander jedenfalls zum Teil übereinstimmen. Wir skizzieren nur eine Art, wie es scheint eine der wichtigsten nach des Autors Beschreibung.

---

[1]) Vielleicht dürfen wir aus dem Flügge'schen Laboratorium eine derartige Arbeit erwarten, hat doch Flügge schon früher durch Liborius (Z. H. I) eine wertvolle Grundlage auf diesem Gebiete geschaffen und unlängst 13 sporentragende Arten ohne Namen (alle aus Milch) selbst kurz beschrieben. (Z. H. XVII. 272), e wenigstens zum Teil auch anaërob gedeihen.

Bacillus butyricus. Botkin (Z. H. XI. 421).

Mikroskopisch: Stäbchen von 1—3 μ Länge, 0,5 μ Breite, in flüssigen Nährmedien oft Ketten. Eigenbewegung, färbbar nach Gram. Sporen mittel- oder endständig, etwa 1 μ dick, bilden sich nur auf zuckerfreien Nährböden. Obligat anaërob. Optimum bei 37°. Auf Zuckeragar sehen die Kolonien aus wie die anderen geschilderten Anaëroben auch, auf Zuckergelatine besitzen die Kolonien einen schwach wellenförmigen Rand gleichsam aus einer Menge verfilzter Fäden bestehend ohne Aestchenbildung. Rasche Gelatineverflüssigung. Nach 15 h wird in Milch das Kaseïn gefällt, es findet unter stürmischer Gasbildung eine Buttersäurebildung statt, das Koagulum wird bald gelöst. Auf stärkehaltigen Nährböden zeigt der Bacillus mit Jod färbbare Einschlüsse, Stärke wird zu Zucker, dieser direkt zu Buttersäure. Auch aus Milchzucker wird ohne intermediäre Milchsäureentstehung Buttersäure. Der Organismus ist sehr verbreitet.

Verschieden davon scheint Pasteur's Ferment butyrique, Prazmowski's **Clostridium butyricum**, die beide aus Milchsäure Buttersäure erzeugen, ähnlicher ist ein Organismus von Perdrix (A. P. Bd. V. 287) der aber Gelatine nicht verflüssigt. — Den interessanten morphologischen Angaben von Max Gruber über 2 Buttersäurebildner (**Clostridium butyricum** I u. II Max Gruber) (C. B. I 367) sind bisher keine näheren chemischen gefolgt. Erwähnt mag noch sein

Bacillus enteritidis sporogenes Klein (C. B. XVIII. 737) mit dem Botkin'schen Pilz nahe verwandt, aber nicht absolut anaërob. Bildet Gas nur bei vollständiger Anaërobiose, verflüssigt Gelatine und bildet Sporen nur bei unvollkommener Anaërobiose. Beweglich durch end- oder seitenständige Geisselbüschel. — Der Organismus erregte in einem Londoner Spital nach Genuss von ungenügend gekochter Milch eine schwere Diarrhoeepidemie. Reinkulturen erzeugten bei Meerschweinchen subkutan beigebracht das typische Bild des Rauschbrand, er ist aber pathogen für Mäuse.

Mit einem Wort muss endlich die gegenwärtig sehr brennende Frage gestreift werden, nach der Bedeutung der sporentragenden Spaltpilze für die Käseproduktion. Während Duclaux schon seit langem den Standpunkt vertreten hat, dass die Tyrothrixarten und ähnliche aërobe und anaërobe Sporenträger sehr wichtig für die Reifung (Peptonisirung) mindestens gewisser Käsesorten (Cantal, Backsteinkäse) seien, hat v. Freudenreich widersprochen, namentlich auf die Thatsache gestützt, dass der reife Emmenthaler Käse nur sehr wenig sporentragende Arten aber viele Keime aus der Gruppe des Bact. acidi lactici enthalte, und dass

Zusatz von Sporen sehr verschiedener aus Milch und Käse erhaltener Arten in der Mehrzahl der Fälle auf das Produkt ohne Einfluss sei (v. Freudenreich C. B. II. Ab. Bd. I. p. 168).

Es ist nicht zu leugnen, dass die Bedeutung der sporentragenden Arten durch die neuesten Arbeiten von W. Winkler, v. Klecki, Weigmann immer wahrscheinlicher geworden ist, doch ist zur Zeit kein abschliessendes Urteil in dieser in vollem Fluss befindlichen, interessanten Frage möglich, über welche die 2. Abt. des Centralblatts für Bakteriologie auf dem Laufenden erhält. Vergl. v. Klecki (C. B. Ab. II. Bd. II. Nr. 1.)

III. Familie Spirillaceae. Migula.

Schraubenbakterien.

Familiendiagnose und Gattungsschema siehe pag. 105.

I. Vibrio. E. O. Müller emend. Löffler.

Zellen kurz, schwach bogig, starr, kommaartig gekrümmt, zuweilen in schraubenartigen Verbänden an einander hängend, stets nur mit einer, ausnahmsweise 2 endständigen Geisseln.[1]) Endosporen fehlen, nach Hüppe Bildung von Arthrosporen.

---

[1]) Die Unterscheidung der Gattung Vibrio von Spirillum nach der Einzahl oder Mehrzahl der polaren Geissel scheint auch nicht streng durchführbar, und damit ein neuer Beweis dafür gegeben, wie vorsichtig auf Geisselzahl und Anordnung gegründete Systeme aufgenommen werden müssen. Günthers Vibrio terrigenus besitzt nach dem Entdecker an jedem Ende eine Geissel, aber häufig ganze Geisselbüschel! — Kutscher hat einige gekrümmte Formen gefunden, die hornartige Auswüchse, Gabelungen u. dergl. zeigten; die Bedeutung dieser Beobachtungen für eine künftige Systematik ist noch nicht zu übersehen. (Z. H. XX. p. 49). Vergl. auch pag. 343.

Schlüssel zur Bestimmung der wichtigsten Arten.[1])

1. Beweglich ohne Phosphorescenz.
   a) Gelatine langsam verflüssigt. Nitrosoindolreaktion, junge Gelatineplattenkulturen grobkörnig.
      α meist nicht pathogen für Tauben.
      Vibrio cholerae (Koch) Buchner.
      β sehr pathogen für Tauben.
      Vibrio Metschnikovii Gamaleïa.
   b) Gelatine rasch verflüssigt. Keine Nitrosoindolreaktion, junge Gelatineplattenkultur feinkörnig, braungelb.
      Vibrio proteus Buchner.
   c) Gelatine nicht verflüssigt. **Vibrio terrigenus** Günther.
2. Beweglich mit Phosphorescenz.
   Vibrio albensis. Lehm. et Neum.
3. Unbeweglich. (Spirosoma Migula).
   Vibrio nasalis Weibel, **Vibrio lingualis** Weibel.

Vibrio cholerae.[2]) (Koch.) Buchner.

Tab. 49—53.

Synonyme: Spirillum cholerae Koch.

Trivialname: Kommabacillus, Cholerabacillus, „Bacille virgule“ der Franzosen.

Litteratur: Petri, der Cholerakurs, Berlin 1893. Enthält alle bakt. Litteratur bis 1893. Voges. (C. B. XIX. 466) stellt 139 neuere Arbeiten kritisch zusammen.

Mikroskopisches Aussehen: Gekrümmte Stäbchen, (c. 2 μ lang, 0,4 breit) deren Enden nicht in der gleichen Ebene liegen. Krümmung bald schwach, kaum sichtbar, anderemale stark [Taf. 53. Fig. III,I], sodass fast Halbkreisformen entstehen. Durch Aneinanderhaften von 2 Vibrionen entstehen { und ʃ Formen, unter ungünstigen Vermehrungsbedingungen (Sauerstoffmangel, Eiweissmangel etc.) wachsen die Vibrionen zu wirklichen Schraubenformen aus, deren Zusammenhang aus Einzelvibrionen oft nicht zu erkennen

---

[1]) Bei der nahen Verwandtschaft der Arten können die kurzen Angaben des Schlüssels nur einen Fingerzeig für die Diagnose, keine Diagnose liefern.

[2]) Bei der Beschreibung sind auch Abbildungen verwandter Arten citiert, wenn solche Bilder ausnahmsweise bei Cholera vorkommen.

ist. Unter besonders günstigen Bedingungen (Sodabouillon in dünner Schicht) trifft man nach Cramer vorwiegend kurzovale kokkenartige Gebilde. — In alten Kulturen mannigfache Involutionsformen. [53. IV.]

Eigenbewegung: Sehr deutlich, rasch, schraubenförmig, durch eine selten zwei lange endständige, schwach korkzieherartig gewundene Geisseln [53, II].

Färbbarkeit: Mit den gewöhnlichen Anilinfarben — aber nicht besonders leicht, nicht nach Gram. Am meisten wird eine 10 fach verdünnte Karbolfuchsinlösung zum Färben empfohlen, die man einige Minuten lang warm einwirken lässt.

Sauerstoffbedürfnis: Aërob und viel langsamer anaërob unter Bildung kräftiger Toxine.

Wachstumsintensität: Optimum bei 37°, aber auch bei 22° noch recht gut; als untere Grenze der Wachstumstemperatur ist 10—12°, zuweilen 8° gefunden worden.

Gelatineplatte: Anfangs kleine, gelblichweisse bis gelbe rundliche Kolonien, welche bereits nach 24 bis 36 Stunden in die Gelatine loch-, später schalenförmig einsinken.

a) Natürliche Grösse: Die an Grösse rasch zunehmende Verflüssigungszone bleibt anfangs klar [50. VI.], später trübt sie sich meist grau, durch die mehr und mehr zerfliessenden Kolonien [50. VIII.]. In vielen Fällen entstehen nach längerer Zeit in der verflüssigten Zone konzentrische Ringe [50, IX], welche sich von Tag zu Tag vermehren [50. VII].

b) 60fache Vergrösserung: Nach 16 bis 24 Stunden werden die Kolonien sichtbar, als kleine, hellgelbliche, rundliche, grobgranulierte Scheibchen, mit mehr oder weniger krümeliger Randbeschaffenheit [51. I]. In manchen Fällen erscheint in diesem Stadium an der Peripherie der Kolonien ein schöner, intensiv roter Reflex. Je älter die einzelnen Kolonien werden, desto

mehr nimmt die körnige Beschaffenheit zu, und es kommt ein Stadium, wo die Kolonien aus lauter kleinsten, stark reflektierenden Läppchen zu bestehen scheinen und nach Koch aussehen: „wie mit Glassplittern bestreut". [51. II.] Dies ist das charakteristischste Stadium. Die Verflüssigung schreitet nun rasch vorwärts. Die Randpartien der Kolonien lösen sich mehr und mehr auf [51. III. V. VI], die Struktur erscheint rissig, und sehr gut granuliert, zuweilen bildet sich auch an der Peripherie ein haarartiger Besatz [54. V] oder eine graue durchscheinende Zone [55. III], bis endlich die ganze Kolonie sich in einzelne Bröckelchen und Teilchen auflöst [51. VIII]. Zuweilen kann die Kolonie auch als kompakte Masse in der Verflüssigungszone erhalten bleiben [51. IX], wird dann dunkelgelb bis braun [52. IV], ja es treten Formen auf, die an Cholera absolut nicht mehr erinnern [52. I. II. V]. Ueberhaupt ist die Variabilität ausserordentlich gross, wie aus den Abbildungen [51. IV. VII., 52. III., 55. V. VIII., 54. VI. V] zur Genüge hervorgeht. Einmal wurden auf einer Gelatineplatte von Vibrio aquatilis an Coli erinnernde, unregelmässig ausgebildete Sekundärkolonien beobachtet, was wohl auch bei Vibr. cholerae vorkommen könnte. [55. VII].

Gelatinestich: Anfangs fadenförmig, uncharakteristisch [49. I., 55. II., 54. I]. Nach kurzer Zeit 24—36^{h} entsteht auf der Oberfläche der Gelatine eine sehr kleine lochförmige Einsenkung, welche sich alsbald in Form einer Luftblase weiter ausbreitet [49. II]. An ihrem Grunde schreitet die Verflüssigung scheidetrichterförmig fort, bis die Glaswandung erreicht ist [49. III. IV]. Später greift eine cylindrische Verflüssigung Platz. Die Verflüssigungsstrecke ist zuweilen getrübt [49. III], zuweilen nur mit feinsten Krümeln ausgefüllt [49. IV]. Im Stichkanal

sind meist körnige, gelblichweisse Massen eingelagert. Von vielen Seiten ist konstatiert, dass frisch isolierte Ch. V. die Gelatine stärker zu verflüssigen pflegen als alte Laboratoriumskulturen, man hüte sich deshalb in lebhafter Gelatineverflüssigung einen Einwand gegen die Diagnose zu sehen, vergl. pag. 330. Verflüssigungen, wie [54. II. III., 55. I. II., 56. I. II], sind zwar ungewöhnlich, kommen aber vor.

Agarplatte:

a) Natürliche Grösse: Rundliche, hellbräunliche bis weisse Auflagerungen, saftig glänzend, glattrandig, ein wenig erhaben, durchscheinend [49. VIII und IX], zuweilen an die Kolonien von Coli erinnernd. Vergl. auch [14. VIII.]

b) 60fache Vergrösserung: Tiefliegende Kolonien: Unregelmässig rundlich und wetzsteinförmig, glattrandig oder wenig höckerig, zart bis mittelgrob granuliert, blassgelb [50. I. II. III Rechts]. Erst bei sehr langem Stehen färben sie sich dunkler [50. V] oder zeigen einen braunen Mittelpunkt mit grauer und grünlicher Zone [50. IV]. Aufliegende Kolonie: Rundlich, schwach gelblich, durchscheinend, anfangs äusserst zart punktiert [50. I. II], später grob krümelig [50. III]; Das Bild nach 20 Tagen giebt [50. IV].

Agarstich: Stichkanal: Weisslich grau, uncharakteristisch fadenförmig, später krümelig [49. VI]. Auflage: Anfangs hellbräunlichgrau, saftig glänzend, welligglattrandig, etwas erhaben, nach längerer Zeit gelbbräunlich verfärbt [49. VII]. Agarstrich entsprechend [49. V].

Serumkultur: Festes Blutserum bei Bruttemperatur rasch verflüssigt.

Bouillonkultur: Bei Bruttemperatur nach 10—16^{h} diffuse Trübung, sehr oft unter Bildung eines deutlichen mehr oder weniger starren resp. brüchigen Häut-

chens. Frisch aus dem Körper isolierte Kulturen lassen zuweilen Häutchenbildung volkommen vermissen, durch stark alkalische Reaktion wird die Haut dicker und fester (Cramer). — Zuweilen begegneten wir ganz kompakten faltenbildenden Häuten, ohne dass bei einer späteren Kultur auf dem gleichen Nährboden ähnlich auffallendes gesehen worden wäre.

Milchkultur: Koch beschrieb den Ch. V. als ohne auffällige Einwirkung auf Milch, in neuerer Zeit haben viele Autoren Ch. V. aus typischen Ch. Fällen isoliert, die Milch koagulierten. Die Säurebildung scheint der Mehrzahl der Autoren eine ausreichende Erklärung für die Koagulation, ein Labferment ist nicht erwiesen. Näheres bei Schoffer (A. G. A. XI. 262).

Kartoffelkultur: Auf schwach sauren Kartoffeln fehlt das Wachstum bald vollständig, bald tritt es nur bei Bruttemperatur ein. Nach Krannhals (C. B. XIII. 33) giebt es saure Kartoffeln, die beim Stehen alkalisch und ein guter Nährboden werden. Die saure Reaktion kann man durch Baden der sterilen Kartoffelscheibe in steriler $^1/_4$—$^1/_2$ % Sodalösung oder $^1/_2$—$^3/_4$ % Natronlaugezusatz, bis die Flüssigkeit gelblich wird, beseitigen. Impft man nach Abgiessen der Flüssigkeit, so wächst jetzt der Choleravibrio sicher, auch 2—3 %oige Kochsalzlösung leistet die gleichen Dienste, obwohl die Reaktion der Kartoffel sauer bleibt. Auf den mit Natriumsalzen imprägnierten Kartoffeln wächst schon bei 20°, nicht erst bei 37° der Choleravibrio. (Voges C. B. XIII. 543.) Auf nicht präparierten geeigneten Kartoffeln ist das Wachstum wie folgt: Anfangs schmutzig weisse bis gelbe Auflagerung, kaum erhaben, saftig glänzend, von der Umgebung nicht scharf abgegrenzt [52. VI.] Bei längerem Stehen geht die gelbe Farbe in eine braunrote über, während die Kultur selbst sich über die ganze Kartoffel hinzieht. [52. VII.]

Seltener angewendete Nährböden:

In sterilen Eiern wächst der Ch. V. ziemlich gut, dabei bilden manche Rassen (auch bei Ausschluss jeder Verunreinigung) reichlich Schwefelwasserstoff, andere wenig, noch andere keinen. So schlichtet sich der lange hierüber geführte Streit. (Vergl. Abel u. Dräer Z. H. XIX 61).

Viel angewendet wird eine Lösung von 1% Pepton und ½% Kochsalz in Wasser (Peptonwasser), besonders zur Beobachtung der Häutchenbildung und der Indolbildung. (Vergl. unten pag. 331 über Vorkultur).

Auf Uschinsky-Nährboden wächst der Ch. V. recht gut, nach Voges unter Häutchenbildung, nie tritt dabei Indolbildung auf.

Sporenbildung: Die von Hüppe beschriebene Arthrosporenbildung (vergl. Abbildung pag. 20) ist von den meisten Nachuntersuchern höchstens im botanischen Sinne bestätigt worden und scheint ohne praktische Bedeutung für die Resistenz des Vibrio. Auch Friedrich konnte nie die Auskeimung der „Arthrosporen" wahrnehmen.

Lebensdauer:

a) Im Kranken: Aus dem Darminhalt der Erkrankten sind meist nach 4—8 oder 10, selten 16 Tagen, die Vibrionen verschwunden, in seltenen Fällen (Rommelaire) hat man noch nach 47 Tagen lebende Vibrionen gefunden.

b) In entleerten Cholerastühlen sind die Vibrionen meist 1—3, seltener 20—30, noch seltener mehr Tage am Leben, einmal wurde 120 Tage Lebensdauer beobachtet. Ganz ähnlich verhält es sich mit der Lebensdauer in feucht aufbewahrten Kleidern.

c) In Kulturen: Der Ch. V. gehört zu den leichter absterbenden Arten. Nach Gottschlich und Weigang sinkt die Anzahl der lebenden Individuen in Agarstrichkulturen sehr rasch. (Z. H. XX. 376.)

Doch findet man in 3 Monate alten Kulturen noch meist, in 6 Monate alten noch häufig, in 1 Jahr alten noch ab und zu lebendige Individuen, wenn nur zu starkes Eintrocknen vermieden wird. Morphologisch enthalten solche Kulturen fast nur Involutionsformen. (Vergl. [53. IV.]. Nach Hüppe daneben Arthrosporen.

d) In Wasser: In nicht sterilisiertem Wasser sind von den Autoren die verschiedensten Ergebnisse über die Lebensdauer eingebrachter Choleravibrionen erhalten, von 1 Tag

bis 1 Jahr. Niedrige Temperatur, Lichtabschluss und Salzgehalt begünstigen die Erhaltung, ab und zu ist auch Vermehrung unzweifelhaft nachgewiesen. Am häufigsten wird im Brunnen- und Flusswasser ein Absterben der Ch. V. in 3—8 Tagen beobachtet.

e) Auf Nahrungsmitteln meist einige Tage, Kaffee 1 Stunde, Bier 1—2 ^{h}, Rotwein 10 Minuten. Für Näheres vergl. Uffelmann, (Berl. kl. Woch. 1892. Nr. 48) und Friedrich (A. G. A. VIII. p. 87).

Widerstandsfähigkeit gegen:

a) Austrocknen. Genaue Angaben finden sich pag. 36. Uffelmann behauptet, William bestreitet die Möglichkeit, dass Windströme gelegentlich lebendige Ch. V. angetrocknet verbreiten können.

b) Feuchte Wärme. Bei 60° in 10 Minuten getötet.

c) Die Widerstandsfähigkeit gegen Kälte ist von den Autoren sehr verschieden angegeben. Die deutschen Forscher fanden alle eine gute Widerstandsfähigkeit gegen kurze Zeit wirkende auch sehr niedere Temperaturen, unsere Winterkälte (5—10°) wurde aber oft schon nach 3, stets nach 8 Tagen als zur Vernichtung ausreichend befunden (Renk, Uffelmann u. a.).

Andere, namentlich russische Autoren fanden grössere Resistenz: So giebt Kasansky an, dass sowohl kürzere Zeit einwirkende Temperaturen von 30°, als 4 Monate lange Einwirkung des russischen Winters, und wiederholtes Frieren und Auftauen die Choleravibrionen nicht vollständig vernichtete. — Aehnliche Resultate ergaben Versuche mit Vibrio proteus, tyrogenes u. s. f. (C. B. XVII. p. 177.)

d) Desinfektionsmittel siehe Kasansky. (C. B. XVII. p. 507.) Die Widerstandsfähigkeit ist gering — namentlich werden Säuren schlecht vertragen. Jodoformdämpfe schädigen den Ch. V. stärker als andere Vibrionen. (Buchner, Bujwid)

e) Nach Versuchen von Palermo werden Choleravibrionen durch Sonnenlicht in 3—4 ^{h} in Bouillon zwar avirulent, aber nicht getötet, in 6—7 ^{h} unbeweglich.

Chemische Leistungen:

a) Farbstoffbildung: Nur auf der Kartoffel schwach. — Cholerarotreaktion p. 325 [54. IV].

b) Geruch- und Geschmackstoffe: Der schwer zu beschreibende, unangenehme Geruch der Cholerabouillonkulturen wurde von Laser als diagnostisch verwertbar bezeichnet, er ist aber nicht hinlänglich specifisch.

c) G a s - u n d S ä u r e b i l d u n g a u s K o h l e h y d r a t e n: Aus Zucker, (Traubenzucker, Rohrzucker, Milchzucker) wird ohne sichtbare Gasbildung reichlich Linksmilchsäure gebildet (Kuprianow. A. f. H. XIX. 282). In 10 cbcm Lackmusmolke bilden die Ch.V. an der Oberfläche ein blaues Häutchen, die folgende Schicht ist rot, die Tiefe entfärbt (Reduktion): Es scheint also die Alkalibildung durch Sauerstoffzutritt, die Zuckerzersetzung durch Anaërobiose begünstigt (Hellin).

d) F e r m e n t b i l d u n g: Neben Bakteriotrypsin etwas Invertin, nach Sclavo auch Labferment.

e) S c h w e f e l w a s s e r s t o f f: In Peptonbouillon ziemlich reichlich (vergl. Eikultur pag. 322).

f) P h o s p h o r e s c e n z: Nach den Angaben von Rumpel sollen 2 Cholerastämme („Oergel“ und „Elwers“) bei der Kultur leuchtend geworden sein. R. Pfeiffer nimmt hier eine Verwechslung an und bestreitet auf seine unten (pag. 332) beschriebene Immunitätsreaktion gestützt, die Zugehörigkeit dieser leuchtenden Kulturen zur Cholera. Es wird auch von den meisten Autoren z. B. Dunbar, ein leuchtender Vibrio aus Wasser etc. von vornherein nicht mehr als Choleravibrio betrachtet. Neuerdings hat aber W e l e m i n s k y in Hüppe's Institut 2 Choleravibrionenstämme, die nicht geleuchtet hatten, nach Passage durch den Taubenkörper leuchtend werden sehen! (C. B. XVIII. 285).

g) I n d o l: Meist reichliche Indolbildung auf eiweiss- resp. peptonhaltigen Nährböden. Je nach der Stärke der Einsaat kann in 3—6^h oder 9—12^h genügend Indol in einer Peptonkochsalzlösung gebildet sein, um den Nachweis zu gestatten. Da gleichzeitig aus dem geringen Nitratgehalt des Peptons, des Kochsalzes[1]) u. s. f. etwas

---

[1]) Sollte Pepton und Kochsalz absolut nitratfrei sein, so müsste man eine schwache Nitratlösung zusetzen, nach Bleisch

Nitrit gebildet wird (Petri), so gelingt der Indolnachweis auf Zusatz von Schwefelsäure allein. „Cholerareaktion von „Dunham u. Bujwid", „Nitrosoindolreaktion" der Autoren. Durch längeres Aufbewahren der Kulturen steigt etwa bis zu 24 resp. 48^h die Intensität der Reaktion, später verschwindet allmählich das Nitrit und man muss, um die noch einige Tage lang zunehmenden Indolmengen nachzuweisen, etwas Nitritlösung zusetzen (pag. 331); man erhält dann dunkel violettrote Verfärbung. Eine grosse volle Oese einer alten Agarkultur reicht aus, um 10 cbcm Peptonwasser sofort genügend Indol zum Nachweis mitzuteilen. — Indolreaktion fehlt selten. p. 330.

h) Höhere stickstoffhaltige Produkte: Aus Cholerakulturen sind mannigfache Gifte dargestellt, die aber alle viel weniger giftig sind, als das Ausgangsmaterial. Nach R. Pfeiffer sind diese Gifte als sekundäre, durch die eingreifende Wirkung der Reagentien veränderte Produkte aufzufassen, viel heftigere aber qualitativ ähnlich wirkende Gifte erhält man durch ganz vorsichtige Abtötung aus dem Leibe der rein auf Agar kultivierten Vibrionen mit Chloroform oder durch kurzes Erwärmen, während das Filtrat junger Kulturen nicht giftig ist. Die dreifache Menge der (etwa 0,5 mg Agarkultur betragenden) Dosis minima letalis viva, tötet auch in totem Zustande ein Meerschweinchen in 16—18^h. Bei längerer Erhitzung nimmt die Giftigkeit rasch ab. Die Wirkung all dieser Gifte ist bei peritonealer Injektion genau die gleiche wie bei peritonealer Einbringung der lebenden Vibrionen: Rasch eintretendes Stadium algidum, Tiere ruhig schlaff, Muskelschwäche, Sinken der Temp. bis 30°. Tod in 16—18^h.

wären 40 Tropfen einer 0,08% Salpeterlösung auf 100 Nährlösung die richtige Zusatzmenge. Zu starker Nitratgehalt des Nährbodens liefert zuviel Nitrit und stört so die Nitrosoindolreaktion.

Doch muss hervorgehoben werden, dass die verschiedensten Proteïne (aus Bact. prodigiosum, Bact. coli) in die Bauchhöhle von Meerschweinchen gebracht das gleiche Symptomenbild hervorbringen (Hüppe, Klein u. a.), auch mit Papayotin hatte Voges ähnliche Resultate. — Die Lehre von Emmerich und Tsuboi (Münch. med. Woch. 1893 Nr. 23/24), dass die Cholera eine Vergiftung durch im Darm entstehendes Nitrit sei, hat wenig Freunde gefunden.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: In neuerer Zeit nicht selten in Wasser (Brunnen, Leitungen, Flüssen, Häfen, Kanälen) gefunden, das mit Ausleerungen von Cholerakranken verunreinigt war, doch hat ein Nachweis nur Wert, wenn die Differentialdiagnose gegen die „choleraähnlichen Wasserbakterien" mit aller Strenge und Skepsis geführt ist (vergl. pag. 330 u. folg.).

b) Im gesunden Organismus: Bei Gesunden hat man zu Cholerazeiten nicht selten Choleravibrionen ohne jedes pathologische Symptom gefunden („Choleragesunde".) Abel und Claussen fanden z. B. einmal bei den 17 gesunden Angehörigen von 7 Cholerakranken bei wiederholter Untersuchung bei 14 Personen Choleravibrionen — bei manchen bis 14 Tage lang. Zwischen den positiven Resultaten kamen Tage mit negativen vor. In Hamburg wurden 28 solcher „Choleragesunder" mit absolut normalen Faeces konstatiert.

c) Im kranken Menschen: Nur beim Cholerakranken, bei keiner anderen Krankheit. Hauptvorkommen im Darminhalt, besonders in den schleimigen Flocken der Reisswasserstühle, daselbst ist der Ch.V. häufig in Reinkultur, gewöhnlich auf der Höhe des Anfalls in grossen Mengen vorhanden und verschwindet meist etwa nach 4—14 Tagen. — In den Organen frischer

Cholerafälle findet sich der Organismus meist nicht, ausser in den Darmdrüsen, wo zuweilen die Epithelschicht durchbrochen wird. In seltenen Fällen sind aber sowohl bei kranken Menschen wie bei Versuchstieren in den inneren Organen Lunge, Leber, Niere, Milz die Vibrionen gefunden worden — am seltensten im Herzblut. Je virulenter die Organismen, um so mehr gehen sie in die Organe über.

d) Bei Tieren: Spontane Tiercholera durch Choleravibrionen ist unbekannt (vergl. Vibrio Metschnikovii pag. 338), es scheinen unsere Haustiere etc. gegen die Cholerainfektion, wie sie auf natürlichem Wege entsteht, immun. Vergl. unten.

Experimentelle Erfahrungen über Pathogenese:

a) Am Tier: Nach Sabolotny (C. B. XV) geht die Zieselmaus (Spermophilus guttatus), ein südrussisches Nagetier durch Fütterung mit Choleravibrionen unter einem choleraähnlichen Bild und Sektionsbefund zu Grunde. Metschnikoff erhielt auch an jungen Kaninchen, Wiener an saugenden Katzen und jungen (5 Tage alten) Kaninchen per os positive Resultate. (Vergl. Wiener C. B. XIX. 205. 595.) — An erwachsenen Meerschweinchen ist per vias naturales nur eine Annäherung an das Bild einer Choleraerkrankung zu erzeugen. Man verabreicht gewöhnlich nach Koch's Vorgang einem Meerschweinchen erst 5 cbcm 5⁰/₀ige Sodalösung, und einige Zeit nachher 10 cbcm Cholerabouillonkultur in den Magen und injiziert noch pro 200 g Körpergewicht 1 cbcm Opiumtinktur intraperitoneal, um die Darmbewegungen ruhig zu stellen. Es tritt in 24—48^h unter Temperaturerniedrigung und lähmungsartiger Schwäche der Tod ein, der Darm ist gerötet und enthält wässerige an Choleravibrionen reiche Flüssigkeit. Andere Vibrionen: Vibrio proteus etc. wirken schwächer aber ähnlich. Leichter gelingt

es, Tiere (Kaninchen, Meerschweinchen) von der Blutbahn oder von den serösen Höhlen aus zu töten. Die peritoneale Infektion tötet, nachdem meist eine anfängliche Vermehrung stattgefunden. durch die Wirkung der Resorption der Gifte aus den abgestorbenen Vibrionen in 12—16^{h}. (R. Pfeiffer.) Im Peritoneum (und eventuell in Blut und Organen) der gestorbenen Tiere findet man lebende Vibrionen meist nur, wenn die Infektion mit sehr grossen Mengen stattgefunden hat. Viele andere Bakterien wirken ganz ebenso. (Vergl. pag. 325. Ueber Giftstoffe der Cholera). — Das Ueberstehen einer einmaligen intraperitonealen Infektion mit kleinen Dosen lebender Vibrionen macht das Tier gegen etwas grössere immun, weil die baktericide Kraft gesteigert ist, das Tier wird aber nicht wesentlich resistenter gegen das Choleragift als es von Hause aus war. Vergl. unten R. Pfeiffer's biologische Cholerareaktion. Vergl. auch R. Pfeiffer, (Z. f. H. XI, XVI.) M. Gruber u. Wiener (A. f. H. XV.).

Eine Hauptschwierigkeit bei Ch.-Tierversuchen ist die wechselnde leicht abnehmende Virulenz des Choleravibrio. Viele Methoden zur Steigerung der Virulenz sind empfohlen — z. B. Einimpfen ins Hühnerei (Hüppe), Uebertragung auf Tauben (Gamaleïa, Salus u. s. f.).

Nach Blachstein wäre die Virulenz der Choleravibrionen eine reine Funktion des Nährbodens. Eine nicht mehr virulente Cholerakultur soll man durch folgende Züchtungen virulent machen können:

1) 2 Tage in 2% Peptonlösung, die ausser Wasser nur ½% Dinatriumphosphat enthält und mit etwas Ammoniumcitratlösung geklärt ist,
2) 9 Tage auf 2% Peptonlösung und 3% Kaliumnitrat,
3) 1 Tag auf der sub 1 erwähnten Lösung, der auf 100 cbcm noch 1 cbcm einer kaltgesättigten Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydulammoniak zugesetzt ist.

b) Am Menschen: In einer ziemlichen Zahl von Versuchen, die nach dem Vorgange v. Pettenkofer's und Emmerich's angestellt wurden, sind durch den Genuss von kleinen Mengen von Reinkulturen des Choleravibrio bei vorher gesunden Menschen Symptome leichter und mittelschwerer Cholera ausgelöst worden. Die Versuchspersonen hatten meist vorher etwas Sodalösung zur Abstumpfung der Magenacidität genommen. — Mehrere Fälle von schwerer, einer von tödlicher „Laboratoriumscholera" sind an Menschen bekannt geworden, die mit Ch. V. arbeiteten (vergl. Reincke C. f. B. XVII. 202). Nach R. Pfeiffer entsteht die Cholera des Menschen nach Zerstörung des Epithelbelags des Darmrohrs durch die massenhaft vermehrten Vibrionen und die sich daran anschliessende Intoxikation und Resorption der Gifte aus den absterbenden Vibrionen. Das Blut von Cholerarekonvaleszenten enthält specifische Antikörper gegen den Choleravibrio. Auf die neueren Lehren (Buchner, Nencki, Metschnikoff), dass die Cholera immer oder oft 2 Keimen ihr Dasein verdanke, dass die Choleraimmunität mancher Orte auf der Abwesenheit eines synergetischen oder Anwesenheit eines antagonistischen Mikroorganismus im Darme ihrer Bewohner beruhe etc., dürfen wir hier nicht eingehen.

Varietäten und Variationen des Vibrio cholerae.

Seit zuerst D. Cunningham (C.B.IX. 764) den Nachweis einer beträchtlichen Verschiedenheit von Choleravibrionen erbrachte, die er aus typischen Cholerafällen gezüchtet, sind von vielen Autoren zum Teil recht abweichende Formen beschrieben. Es können hier nur einige dieser Erfahrungen Erwähnung finden und zwar solche, bei denen es sicher erscheint, dass es sich um Vibrionen aus echten Cholerafällen handelte.

Eine Reihe von Formen hat Friedrich (A. G. A. VIII. 87) genau beschrieben und photographiert, doch entfernen sich dieselben alle nicht allzuweit vom Typus.

Interessanter als die Berichte über Varietäten sind Beobachtungen über Variabilität:

Sehr lehrreich sind z. B. die Erfahrungen, die Claussen in v. Esmarch's Institut machte. Frisch aus einem Cholerastuhl isolierte Vibrionen zeigten auf der Platte Neigung zum Zerfall der Kolonie und ausgefressene Ränder. Die Nitrosoindolreaktion fehlte, ein Meerschweinchen starb nicht auf Injektion von 1 cbcm Bouillonkultur, die Stichkulturen wuchsen langsam und uncharakteristisch. Nach nochmaliger Ueberimpfung auf Bouillon starb ein Meerschweinchen nach Injektion von 1 cbcm der Bouillon — im Peritonealexsudat, ja im Blut fanden sich Choleravibrionen mit allen charakteristischen Eigenschaften inklus. Nitrosoindolreaktion (C. B. XVI. 325).

Vibrio romanus von Celli und Santori aus zahlreichen typischen Cholerafällen in Rom 1893 isoliert, war, aus dem Stuhl gezüchtet, für Tiere nicht pathogen, gab keine Indolreaktion, machte Milch nicht gerinnen, wuchs bei 37° weder in Bouillon noch auf Agar. Nach 8 monatlicher Kultur gab er Indolreaktion und wuchs bei 37°, ist aber noch immer fast nicht pathogen. (C. B. XV. 787)

Bordoni-Uffreduzzi und Abba züchteten aus einem typ. Cholerafall einen sehr rasch verflüssigenden, kurzen Vibrio von abweichendem Gelatinewachstum, gelbem Wachstum auf der Kartoffel, der aber in 9 monatlicher Gelatinekultur makroskopisch und mikroskopisch dem Choleravibrio immer ähnlicher wurde. (C. B. XVI. 201)

Specielle Methoden zum Nachweis des Choleravibrio.[1])

Die Untersuchung sollte meist in 24—36h abgeschlossen sein.

A. In den Ausleerungen Cholerakranker oder Choleraverdächtiger.[2])

1) Mikroskopisches Präparat (womöglich aus einem Schleimflöckchen!): Reichliches Vorhandensein von Vibrionen (nach Koch namentlich bei fischschwarmartiger paralleler Anordnung) spricht sehr für Cholera, denn cholera ähnliche Vibrionen sind, wenn überhaupt, stets nur spärlich im Stuhl. — Ist der Stuhl von annähernd normaler Konsistenz, so kann eine direkte mikroskopische Untersuchung unterbleiben. Man hüte sich, die dünnen Spirillen (Sp. hachaizae pag. 347) für Vibrionen zu halten.

2) Infektion einer alkalischen Peptonkochsalzlösung[2]) (ca.

---

[1]) Ebenso wird der Nachweis geführt in Milch und anderen Nahrungsmitteln, Wäsche, vertrockneten alten Laboratoriumskulturen u. s. f. Nur kann die direkte mikroskopische Betrachtung oft unterbleiben.

[2]) Zur Choleravibriovorkultur setzt man zu 100 cbcm eines mit Phenolphthaleïn neutralisierten Nährbodens stets 2 cbcm Normalnatronlauge oder 1% Kryst.-Soda oder 0,3% wasserfreie Soda, wodurch viele Wasserbakterien ausgeschlossen werden.

50 cbcm) mit einem Schleimflöckchen resp. mit 1—5 cbcm Stuhl. Bruttemperatur. **(Choleravorkultur).**

a) Beobachtung der Häutchenbildung. Schon nach 3^h können Andeutung von Häutchenbildung vorhanden sein. Nach etwa 16^h—24^h wird das Häutchen nicht mehr deutlicher. (Häutchen bilden viele Mikroorganismen.)

b) Mikroskopischer Nachweis von Vibrionen im Häutchen. Hier auftretende Vibrionen beweisen viel weniger als ein starker Vibrionengehalt des Stuhles das Vorhandensein echter Choleravibrionen — es können sich auch choleraähnliche Vibrionen zum Häutchen entwickelt haben.

c) Agarplatte aus dem Häutchen schon nach 18^h kontrollierbar — darf nicht leuchten!

d) Gelatineplatten aus dem Häutchen (22°). Nach 16 bis 24^h fahndet man bei 60facher Vergrösserung auf charakteristisch glänzende und grob granulierte Kolonien. Die Gelatinekolonie ist ein Hauptmerkmal. — Die verdächtigen Kolonien (sind sie nicht zahlreich, so berücksichtigt man alle) werden thunlichst bald auf Gelatine und Peptonkochsalzröhrchen abgestochen (Indolreaktion).

e) Indolreaktion (ohne Nitritzusatz) mit Teilen des Kölbcheninhalts — von der 3. Stunde ab. Die Indolreaktion pflegt bei Cholera nach 18^h sicher vorhanden zu sein. Durch rasches Verwandeln der Nitrate in Ammoniak können verschiedene Wasserbakterien die direkte Cholerarotreaktion vereiteln. Ueber das Fehlen der Indolreaktion bei Reinkulturen echter Cholera pag. 330.

d) Kartoffelkultur aus dem Häutchen. Kochsalzkartoffel (pag. 321) 37°. Gelbbraune — braunrote Farbe spricht für Cholera.

3) Direkte Gelatineplatten aus Stuhl (zweimal 3 Verdünnungen). Reichliche Vibrionenkolonien von choleraähnlicher Form sprechen sehr für Cholera, selbst wenn die Verflüssigung etwas zu stark.

4) Agarplatte sehr dünn mit etwas Stuhl bestrichen 37°. Leuchtende Kolonien gelten nicht als Cholera.

5) Die auf diesen Wegen isolierten Vibrionen werden — das muss zur Zeit als sicherste Reaktion gelten — mit der Pfeiffer'schen Methode geprüft (siehe unten).

Bei negativem Ergebnis dieser Untersuchungen kann immer noch Cholera vorliegen, denn in sehr seltenen Fällen ist ein zeitweises Fehlen der Vibrionen bei zweifelloser Cholera konstatiert; so misslang z. B. Rumpel der Vibrionennachweis in den ersten 50 cbcm Reiswasserstuhl eines frischen typischen Cholerafalls.

B. In verdächtigem Wasser.

Das fragliche Wasser versetzt man in Mengen von 500 cbcm bis 1 Liter in halbvollem Kolben mit soviel einer starken Peptonkochsalzlösung (20% Pepton und 10% Kochsalz), dass eine 1% Peptonlösung entsteht. Die weitere Untersuchung verfährt ganz wie sub. A. 2—5 dargelegt. Grosser Skepticismus ist Pflicht.

Neueste Fortschritte in der Choleradiagnose.

Alle Autoren sind heute darüber einig, dass die Abgrenzung des Choleravibrio von den pag. 339 zu beschreibenden Arten nicht immer durch mikroskopische, kulturelle und chemische Methoden möglich sei, dass auch das gewöhnliche Tierexperiment hierzu nicht genüge, dass aber eine neue von Richard Pfeiffer erfundene Methode der specifischen Serumreaktion ein treffliches Hilfsmittel darstelle. Näheres bei R. Pfeiffer (Z. H. XVI. p. 76). (Z. H. XIX. 75) (Z. H. XX. 198).

Das **Princip der Pfeiffer'schen Serumreaktion** ist folgendes: Eine Spur Blutserum aus einem, gegen Cholera intensiv immunisierten Meerschweinchen reicht aus, um virulente Choleravibrionen, die mit diesem Serum und etwas Bouillon gemischt in die Bauchhöhle eines normalen Meerschweinchens gebracht werden, zu vernichten. Die Methode eignet sich nur zur Prüfung virulenter Organismen, denn nicht virulente werden ohnehin im Peritonealraum rasch vernichtet. Es ist deswegen jedesmal ein Kontrolltier mit den fraglichen Choleravibrionen und etwas normalem Serum intraperitoneal zu infizieren — erst wenn jetzt die Vibrionen am Leben bleiben, während sie bei Verwendung von Immunserum absterben, ist die Choleradiagnose gestattet. Frisch isolierte Choleravibrionen sollen fast immer die nötige Virulenz besitzen.

Choleraähnliche Vibrionen gehen, wenn sie tierpathogen sind, weder allein noch mit Choleraserum gemischt, in der Bauchhöhle des Meerschweinchens zu Grunde. — Immunisiert man dagegen ein Tier gegen einen bestimmten choleraähnlichen Vibrio, so hat jetzt

das Serum dieses Tieres sehr starke Zerstörungswirkung auf die Vibrionen der gleichen Art, die mit ihm in die Bauchhöhle eines Meerschweinchens zusammengebracht werden; Choleravibrionen lässt es intakt.

Methodik der Pfeiffer'schen Serumreaktion.

Folgende Einzelheiten aus Pfeiffer's Angaben müssen beachtet werden:

Zur Immunisierung der Meerschweinchen verfährt R. Pfeiffer wie folgt: Kräftige, erwachsene Meerschweinchen erhalten zuerst subkutan Choleraagarkulturen, die durch Chloroform abgetötet sind, in Dosen, welche eine deutliche mit Temperaturabfall einhergehende Intoxikation hervorrufen.

Nach 10—14 Tagen folgen intraperitoneale Injektionen des lebenden virulenten Cholerabacillus aus Agarkulturen, die nicht über 20^h alt sind. Man beginnt mit $^1/_4$, $^1/_2$, 1, 2, 3, 5 Oesen, die je in 1 cbcm Bouillon aufgeschwemmt sind. Nach jeder Injektion tritt unter Prostration u. Temperaturabfall eine Gewichtsabnahme ein; erst wenn sich diese nach 8—10 Tagen wieder ausgeglichen hat, darf eine neue Injektion folgen.

Das aus den immunisierten Tieren gewonnene Serum hält sich mit 0,5% Phenol versetzt im dunklen Eisschrank monatelang.[1])

Die Wirkungsstärke des Serums bezeichnet Pfeiffer so: Er nennt Titer des Serums, die geringste Serumquantität, welche gerade ausreicht, 2 mg der lebenden Normalkultur innerhalb einer Stunde zur Auflösung zu bringen, wenn sie mit 1 cbcm Bouillon gemischt in die Bauchhöhle junger Meerschweinchen von 200 gr Gewicht injiziert wird. Das wirksamste Meerschweinchenserum hatte den Titer $^1/_2$ mg. (Serum von 4 cholerarekonvalescenten Menschen hatte den Titer 2,5—20 mg).

Von diesem Serum wird nun etwa 10—30 mg, (das 10 fache Multiplum der Dosis minima efficax) mit 1 cbcm Bouillon und 1 Oese virulenter Choleravibrionen in den Peritonealraum eines jungen Meerschweinchens (200—300 g) gebracht. Dazu macht man einen kleinen Scherenschnitt in das Corium und drängt dann eine stumpfe Koch-sche Spritze sanft durch die Bauchmuskeln. Nach 20 Minuten entnimmt man durch die Oeffnung mit einer Glaskapillare Tröpfchen.

Die lebhaft beweglichen Vibrionen werden bewegungslos, quellen, schmelzen und sind in 20—30 Minuten ganz oder bis auf einzelne Individuen abgetötet.

Nach der neuesten Publikation von Dunbar (A. H. XXI. 295.) hat Pfeiffer heute die Genugthuung, dass

[1]) Soll Choleraserum als diagnostisches Hilfsmittel allgemein Eingang finden, so werden leistungsfähige Firmen oder Staatsinstitute seine Herstellung in die Hand nehmen müssen.



durch seine eigenen, Dunbar's, Sobernheim's u. Anderer Experimente die Wirkungsfähigkeit des Choleraserum gegen 86 verschiedene echte Cholerastämme aus allen Teilen der Welt erwiesen ist. An 3 Kulturen aus, nach Ansicht der Kliniker, cholerakranken Menschen erhielt R. Pfeiffer ein negatives Resultat, Dunbar bei Nachuntersuchung ein positives — er nimmt an, dass Pfeiffer verwechselte Kulturen vorlagen. Zwei ähnliche weitere Fälle konnte Dunbar nicht nachprüfen, weil die Kulturen in Hamburg eingegangen waren.

Negativ verhielten sich gegen Pfeiffer's Choleraserum 9 Kulturen aus choleraverdächtigen Stühlen, (darunter 3 leuchtende), viele zu Cholerazeiten isolierte cholera-ähnliche Wasservibrionen (darunter alle leuchtenden) und alle, seit Erlöschen der Cholera, in Hamburgs Wasserläufen gefundenen Arten. Dunbar schliesst: Man darf jetzt schon behaupten, dass alle nicht auf Choleraserum reagierenden Arten keine Choleravibrionen sind, und es besteht die Hoffnung, dass wir einst auch erklären können, dass alle auf Choleraserum reagierenden Arten echte Cholera sind.

Die Modifikation der Pfeiffer'schen Methode durch Max Gruber und Durham.

Während des Druckes vorstehender Zeilen erschienen von Max Gruber zwei wichtige vorläufige Mitteilungen (Münch. med. Wochenschrift 1896. N. 9 u. 13.) über eine Weiterbildung der Pfeiffer'schen Methode, welche eine wesentliche Vereinfachung derselben zu bedeuten scheint. Gruber fand mit Durham, dass, bei hochgradig nach einer vereinfachten Methode immunisierten Meerschweinchen, das Serum und die Peritoneallymphe eine so grosse specifische bakterienschädigende Wirkung entfalten, dass man im Reagensglas oder im hängenden Tropfen die Vorgänge verfolgen kann, die bisher in der Bauchhöhle des Meerschweinchens beobachtet werden mussten.

Die Immunisierung geschieht durch wiederholtes Einbringen von Cholerakulturen, die durch Erwärmen auf 60° oder durch Chloroform abgetötet und fast vollkommen entgiftet sind. Im Gefolge dieser Injektionen entstehen Peritonitiden, nach deren Ablauf man aufs neue injiziert.

Das Blutserum und die Peritoneallymphe der gegen Cholera immunisierten Tiere bringt in vitro in 10-15 Min. die Choleravibrionen zur Verklebung (Agglutinirung), sie werden unbeweglich und ballen sich in Haufen zusammen. Praktisch soll nach den bisherigen Angaben die Reaktion so ausgeführt werden:

Entweder man vermischt mit einer Verreibung von 2—4 mg Agarkultur in 1/2 cbcm Bouillon 10 mg Immunserum, das man in 1/2 cbcm Bouillon aufgelöst hat und beobachtet, ob — was Choleravibrionen beweist — in 10—15 Min. mikroskopisch vollständige Agglomeration und Bewegungsstillstand, in 1 Stunde makroskopisch vollständige flockige Fällung der Bakterien und Klärung der überstehenden Flüssigkeit zu beobachten ist.

Oder man beobachtet die Vermischung eines Tröpfchens dünner Bakterienaufschwemmung in Bouillon (eine kleine Oese in 1 cbcm) mit einem gleichgrossen Tröpfchen Immunserum oder Immunperitoneallymphe im hängenden Tropfen. Choleravibrionen cessieren ihre Eigenbewegung sofort oder binnen den ersten Minuten, und Agglomeration tritt ein. Wenn nach 1/4 Stunde auch nur teilweise noch Eigenbewegung fortdauert, so ist bewiesen, dass kein Vibrio cholerae vorliegt. Im Brutschrank tritt die Reaktion besonders sicher ein. Positiver Ausfall beweist nicht ganz sicher Cholera, da auch einige in ihrem Zusammenhang mit dem Vibrio Cholerae zweifelhafte Vibrionen (z. B. Vibrio berolinensis) die positive Reaktion geben. (Derselbe reagierte bei Pfeiffer negativ). — Das Häutchen von Choleravorkulturen kann — noch ehe Reinkultur erzielt ist — zu einer Vorprobe verwendet werden.

Die Gruber-Durham'sche Methode hat namentlich dadurch, dass sie an die Virulenz der Organismen gar keine Anforderungen stellt, einen grossen Vorteil[1]), auch ist es ja natürlich sehr viel einfacher, die Versuche in vitro statt im Peritonealraum eines Tieres zu machen. Ein Nachteil scheint, dass das Serum zu Gruber's Versuchen keinen Konservierungsmittelzusatz verträgt, es wird also jedes Experiment ein Versuchstier kosten, wenn es

[1]) In einem während der Korrektur erschienen Artikel bemerkt R. Pfeiffer, dass im Glase vorwiegend schwach virulente Choleravibrionen beeinflusst werden, stark virulente werden schon von Konzentrationen des Immunserum im Tier aufgelöst, die im Reagensglas keine Zusammenballung hervorbringen. (C. B. XIX. 593.)

nicht — worüber wir kein Urteil haben, leicht ist, der Peritoneallymphe oder dem Blute des lebenden immunisierten Tieres die nötige Menge für einen Versuch ohne Schaden zu entnehmen. Die ausführlichen Mitteilungen, die im Archiv für Hygiene in Aussicht stehen, werden hierüber wohl Auskunft bringen. Zur Zeit stellen — trotz einiger bereits konstatierter Ausnahmen und Widersprüche — die Reaktionen mit Immunseruu das beste Hilfsmittel in zweifelhaften und schwierigen Fällen dar.

Morphologisch dem Vibrio Cholerae sehr nahe stehen folgende Arten:

Vibrio proteus. (Finkler et Prior.) Buchner.
Tab. 56.

Vibrio „Finkler et Prior“ Autorum; „Finkler“.

Litteratur: Finkler und Prior Ergänzungshefte z. Centralblatt f. allg. Ges. Pflege Bd. I 279. Koch: Z. H. XIV. 329.

Mikroskopisches Aussehen: Mehr oder weniger gebogene Stäbchen, im Mittel 2,4 μ lang, 0,4—0,6 μ breit, meist etwas dicker wie Vibrio cholerae [53. VI].

Gelatineplatte: Bei $\frac{1}{1}$ ist die Platte nur durch kräftigere und raschere Verflüssigung in grösseren Schalen von Vib. cholerae zu unterscheiden [56. III]. Bei $\frac{60}{1}$ gelbe, beinahe glattrandige, nur wenig und fein gekörnte Scheiben (Vibrio cholerae ist grobkörniger, mit fein gezacktem resp. krümeligem Rand); die oberflächlich gelegenen sinken rasch ein und zeigen eine dunklere Randzone, zuweilen mit feinem Haarbesatz [56. IV].

Gelatine-Stichkultur: Schlauchförmige Verflüssigung des Stichkanals. Keine Blasenbildung. Starke Trübung des Inhalts [56. I, II.]

Agarplatte: Etwas üppigeres Wachstum wie Vibrio cholerae [56. IX]. Bei $\frac{60}{1}$ wie Bact. coli [56. VII und VIII], vergl. auch [14. VII, 18. IV].

Chemische Leistungen: Milch wird koaguliert, später wieder verflüssigt. Schwache Säurebildung. Keine Gasbildung aus Traubenzucker, Indolreaktion schwach, fehlt öfters. H_2S Entwickelung sehr gering.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Angeblich einmal in Grundwasser (Héricourt).

b) Im Organismus: Im Darminhalt resp. den Dejektionen einiger Gesunder, einiger Diarrhoekranker und einiger choleraverdächtiger Menschen. Seit seiner Entdeckung

1884 in den längere Zeit aufbewahrten Ausleerungen von einigen angeblich an Cholera nostras erkrankten Personen in Bonn durch Finkler, ist dieser Organismus mit Sicherheit nur sehr spärlich aufgefunden.

Pathogene Bedeutung für den Menschen: Er ist jedenfalls in der grossen Mehrzahl der Fälle nicht der Erreger der sogenannten Cholera nostras — seit seiner Entdeckung ist er trotz vielen Suchens kaum einmal bei Cholera nostras gefunden worden.

Im Tierversuch macht er im wesentlichen die gleichen — angeblich etwas mildere — Krankheitssymptome wie der Choleravibrio.

B. Fischer fand in einem choleraverdächtigen Fall den tierpathogenen **Vibrio helcogenes** Fischer, der dem Vibrio proteus ähnlich ist. (C. B. XIV. 73.)

Nach Chantemesse wäre identisch oder sehr nahe verwandt mit Vibrio proteus der **Vibrio lissabonensis,** der von Pestana und Bettencourt (C. B. XVI. p. 401. Photogramme) in zahlreichen Fällen bei einer epidemischen, weitverbreiteten, leichten, choleriformen Krankheit in Lissabon im Frühjahr 1894 entdeckt und auch in der städtischen Wasserleitung gefunden wurde. Er ist ein schwach gekrümmter Vibrio mit endständiger Geissel, ohne Nitrosoindolreaktion, ohne Häutchenbildung auf Bouillon, verflüssigt die Gelatine in dem obersten Teil der Stichkultur als breiter, flacher Trichter. Die Gelatineplattenkultur zeigt an der Oberfläche erst runde, glatte, nur schwach granulierte Scheiben, später ein graues Centrum, umgeben von einer wenig durchscheinenden, granulierten Zone, die nach aussen durch einen dichten Kranz radialer feiner Fäden von ziemlicher Länge begrenzt ist. Durch fortschreitende Verflüssigung nimmt das charakteristische Aussehen vom dritten Tage an ab. Wächst sehr schlecht auf gewöhnlichen, gut, glänzend grau auf alkalisierten Kartoffeln. Für Tiere ist der Organismus wenig pathogen — gegen Cholera vermag er nicht zu immunisieren.

Vibrio tyrogenes. (Deneke) Lehm. et Neum.

Synonyme: Denekes Käsespirillum. Spirillum tyrogenum Deneke. (Deut. med. Wochen. 1885. N. 3.)

Von Deneke aus einem alten Käse isoliert, seitdem sehr selten gefunden. Der Vibrio steht in der Intensität der Verflüssigung zwischen V. cholerae und V. proteus und ist auch sonst in seinen Eigenschaften meist so intermediär zwischen diesen beiden Arten, dass wir ihn nicht abgebildet haben. Die bei Günther (Bakteriologie IV. Aufl. p. 361) erwähnten Besonderheiten, dicke Kahmhaut auf der Gelatinestichkultur und starke Gelbfärbung derselben, ist an unseren Kulturen nicht zu beobachten, die Nitrosoindolreaktion giebt unsere Kultur wie Vibrio cholerae. Nach Kuprianow bildet er rechtsdrehende, der Vib. cholerae links-

drehende Milchsäure. — Unsere alte Laboratoriumskultur wächst bei 37° gut.

Vibrio Metschnikovii Gamaleïa.

Haupt-Litteratur: Gamaleïa (A. P. 1888. 482), R. Pfeiffer u. Nocht C. Z. H. VII.)

Erreger einer in den Symptomen an Hühnercholera erinnernden Geflügelseuche in Südrussland. Seitdem auch von R. Pfeiffer im Nordhafen Berlins, von Kutscher in der Lahn einmal gefunden. — Bei den erkrankten Tieren finden sich die Vibrionen im Darm und fast stets auch im Blut (Vibrionensepticaemie).

Dieser äusserst interessante Mikroorganismus ist vom Vibrio cholerae durch kein morphologisches Merkmal sicher zu unterscheiden, weshalb wir auf eine Abbildung verzichteten. Die Vibrionen sind häufig etwas stärker gekrümmt und kürzer, die Verflüssigung der Gelatine schwankt gerade so wie beim Vibrio cholerae. [53. V.]

Er giebt ohne Nitritzusatz die Nitroso-Indolreaktion, bildet nach Kuprianow (wie der V. cholerae) aus Zucker Linksmilchsäure.

Ausgezeichnet ist der Vib. Metsch. durch eine hohe Pathogenität für Tauben und junge Hühner; eine Spur Kultur in den Brustmuskel durch Stich eingeimpft bringt unter ähnlichen Lokal- und Allgemeinsymptomen wie bei Hühnercholera (pag. 193.) den Tod, nur soll der Darmbefund noch choleraartiger sein als dort und die Milz eher verkleinert als vergrössert. Das Blut und das Oedem an der nekrotisierenden Impfstelle enthält den Organismus in Menge.

Nach den Angaben von Gamaleïa sollten sich Choleravibrionen gegen Tauben ähnlich verhalten, was Pfeiffer nur bei Verwendung sehr grosser Kulturmengen bestätigen konnte. Weibel (A. H. XXI.), Salus (A. H. XIX. 343), Wlajeff (C. B. XVII. 619) u. a. erreichten dagegen wieder mit von Hause aus virulenten oder künstlich virulent gemachten Choleravibrionen ähnliche Impfresultate wie Gamaleïa. Die Möglichkeit der Immunisierung von Tauben durch Vib. Met. gegen Vibrio cholerae und umgekehrt ist von verschiedener Seite behauptet, von

R. Pfeiffer bestritten, — der auch im Versagen der Pfeiffer'schen Serumreaktion einen Grund findet, die beiden Organismen für verschieden zu halten. (vergl. pag. 332).

Die choleraähnlichen „Wasservibrionen":

Vibrio Metschnikovii war das erste interessante Beispiel einer Vibrionenart, die nur auf biologische resp. pathologische Merkmale hin vom Vibrio cholerae zu trennen war. Die letzten Jahre haben als Frucht des eifrigen Suchens nach Choleravibrionen in der Umgebung des Menschen während und nach der letzten Choleraepidemie zur Entdeckung eines ganzen Heeres von Vibrionen geführt, deren Identität oder Verschiedenheit von Cholera nur sehr schwer festzustellen war, da morphologische, biologische und Infektionsversuche keinen sicheren Entscheid brachten.

Eine vollständige Aufzählung und kurze Charakterisierung dieser „Arten"[1]) mag uns füglich erlassen bleiben, da nach den zu gebenden Beschreibungen wohl kaum jemand die betreffende Form resp. Art zu bestimmen im stande ist, bisher auch nur eine Frage wirkliches Interesse hat, nämlich die, in welchem Verhältnis die Choleravibrionen zu den choleraähnlichen Formen stehen.

Wir haben aus der Legion der „Wasservibrionen" näher untersucht und teilweise abgebildet: Vibrio aquatilis Günther, Vibrio berolinensis Rubner, Vibrio danubicus Heider und Vibrio albensis Lehm. et Neum., den leuchtenden Elbvibrio der Autoren, den wir durch freundliche Vermittelung von Dunbar in einer Reihe von Kulturen studieren konnten.

Vibrio danubicus Heider. (C. B. XIV. 341.) Tab. 55. I. III. IV.

Mikroskopisch nichts besonderes. [55. IV]. Gelatine stark verflüssigt, Stichkulturen [55. I] an sehr stark verflüssigende Cholerakulturen mahnend, in unseren Kulturen stets mehr schalenförmig als scheidetrichterförmig. Auf sehr dichten Gelatineplatten sehr ähnlich dem Choleravibrio, auf dünneren Platten sind nach 22^h bei 22°

[1]) Dieser Aufgabe unterzogen sich Dieudonné C. B. XVI. 363 u. Brix Hyg. Rundschau. 1894. N. 20.

die oberflächlichen ganz flach ausgebreitet, unregelmässig und mit welligem oder grobe Fortsätze aussendendem Rande, fast farblos und ganz fein gleichmässig gestrichelt.“ Unsere Abbildung [55. III] stimmt hiemit im allgemeinen. Milch wird koaguliert, auf Kartoffeln im Brutschrank bräunliche, kümmerliche Rasen, gute Indolreaktion. Pathogen für Meerschweinchen, wenig für Tauben. Aus Wasser des Wiener Donaukanals von Heider zu einer Zeit gezüchtet, als keine Cholera in Wien bekannt war, später kamen vereinzelte Cholerafälle vor.

Vibrio aquatilis. Günther. (Deut. med. Woch. 1892. 1124.) Tab. 55. II. VII. VIII. IX.

Mikroskopisch nicht auffallend vom Choleravibrio verschieden [55. VIII.], die Gelatineplattenkulturen sind aber durch glatten oder flach welligen (nie körnig zackigen) Rand und sehr feine Granulierung vom Choleravibrio leicht zu unterscheiden. [55. IX.] In [55. VII.] haben wir ein Viertel einer sehr merkwürdigen, tiefliegenden Bildung auf einer dünnbesäten Gelatineplatte abgebildet; in der Tafelerklärung sprechen wir von ausgeschwärmten, sekundären Kolonien, ohne sicher zu sein, dass diese Bezeichnung das Richtige trifft. — Aeltere Gelatineplattenkulturen sind dem Choleravibrio ähnlicher, die Verflüssigung ist langsam. Nitrosoindolreaktion fehlt, starker Schwefelwasserstoffgeruch. Keine Pathogenität. — Aehnlich ist ein von Weibel gefundener Vibrio aus einem Brunnen, der vor längerer Zeit mit Choleravibrionen infiziert war. (C. B. XIII. 117.)

Vibrio berolinensis. Rubner. (Neisser A. H. XIX.) Tab. 55. V. VI.

Mikroskopisch wie Vibrio cholerae. [55. VI.] Die Gelatineplatten fanden wir auch recht choleraähnlich. Neigung zur Bildung grösserer Läppchen und feinere Granulierung der Kolonie ist auffallend. Gelatineverflüssigung minimal. Nitrosoindolreaktion kräftig, Pathogenität für Meerschweinchen bedeutend.

Vibrio albensis. Lehm. et Neum.
Synonym: Leuchtender Elbvibrio Kutscher, Dunbar.
Tab. 54.

Eine eingehendere Beschreibung ist angesichts der Thatsache unnötig, dass die besten Kenner der leuchtenden Vibrionen sich nicht getrauen, dieselben morphologisch von Cholera zu unterscheiden. Unsere Kulturen zeigten durchweg — wie allgemein beschrieben wird — üppiges Wachstum, starke Verflüssigung auch im Stichkanal, Häutchenbildung auf Bouillon, starke Indolreaktion. — Die Gelatineplattenkulturen vermochten wir von Cholera nicht sicher zu unterscheiden [54. VI.], mehrfach beobachteten wir an älteren aufliegenden Gelatineplattenkulturen einen zierlichen Haarkranz, wie ihn soviele verflüssigende Arten zeigen, wie wir ihn

aber bei dem Choleravibrio nie getroffen haben. Die Phosphorescenz war bei den 6 erhaltenen Stämmen von leuchtenden Elbvibrionen kräftig, ging aber offenbar durch ungenügend häufige Uebertragung auf frische Nährböden bei allen wieder vollkommen verloren, und wollte sich in einigen Versuchen auch durch Härings-Nährboden nicht wieder herstellen lassen.

Sehr nahe verwandt mit dem Vibrio albensis scheint nach den Beschreibungen eine Anzahl der als Bacillus oder Photobacterium beschriebenen, leuchtenden Meeresbewohner zu sein. Wir möchten hierher stellen — ohne uns natürlich darüber zu äussern, in wie weit verschiedene „Species" vorliegen:

Vibrio indicus. (Bey.) Lehm. et Neum. Bacillus phosphorescens Fischer (non Bacterium phosphorescens Fischer, dieses siehe pag. 198 = Photobacterium indicum Beyerinck (non Bacillus indicus Koch siehe pag. 264.) Westindischer Leuchtbacillus. Die Gelatineplatten und Stichkulturen werden durchaus choleraartig beschrieben, die Verflüssigung ist intensiv. Mikroskopisch: Kleine Stäbchen 2—3 mal so lang als breit, sehr häufig Doppelstäbchen, seltener Fäden. In Kochsalzmilch Schraubenformen. Lebhaft schlängelnde Eigenbewegung. Licht bläulichweiss, intensiv. Minimum 15°, Optimum 30—35°, Maximum nicht viel höher. Vermag nach Beyerinck auch auf zuckerfreien Nährböden zu leuchten, leuchtet aber auch bei schwachem Zuckerzusatz.

Katz hält den aus australischen Meeren gewonnenen Bac. cyaneo — phosphorescens Katz für nahe verwandt. (C. B. IX. 156)[1]) Nach Katz besitzt dieser aber gerade bewegliche Stäbchen und gebogene unbewegliche Fäden.

Vibrio luminosus. (Bey.) L. et N. (Photobacterium luminosum Beyer.) aus der Nordsee; ist dem Vibrio indicus nach Beyerinck sehr nahe verwandt, verflüssigt stark, zeigt Vibrionen und Spirillen. Leuchtet nach Beyerinck auch ohne Zuckerzusatz — minimaler Zuckerzusatz begünstigt das Leuchten, etwas höherer (von 1% Dextrose ab) hebt es schon auf.

Vibrio balticus. (Bey.) L. et N. (Phot. balticum Beyer. C. B. VIII. 616.) „Einheimischer Leuchtbacillus" Fischer (C. B. II. p. 89) aus der Ostsee. Von Fischer, als dem Vibrio indicus sehr ähnlich beschrieben. Licht bläulichweiss. Bei Beschreibung des mikroskopischen Verhaltens und des Aussehens der Kulturen vergleicht ihn F. selbst mehrfach mit V. cholerae. Minimum unter 5°. Leuchtet nach Beyerinck nur auf zuckerhaltigen Nährböden, verträgt hohen Zuckergehalt (3—5% Rohrzucker) gut. — Die Verflüssigung der frisch gewonnenen Kultur war sehr gering,

---

[1]) L. c hat Katz noch 4 weitere „Arten" **Bacillus argenteophosphorescens I, II, III** und **arg.-phosphorescens liquefaciens** ausführlich beschrieben – sie scheinen z. T. auch Vibrionen zu sein.

Beyerinck erhielt schliesslich sehr stark verflüssigende Kulturen durch längeres Züchten auf Gelatine. Vergärt Zucker nicht.

Vibrio Fischeri. (Bey.) L. et N. (Photob. Fischeri Beyerinck (C. B. VIII. 616). Ist nach Fischer dem Vibrio balticus sehr nahe stehend. Verflüssigte frisch isoliert sehr stark, verlor diese Eigenschaft allmählich fast ganz. Spuren von Rohrzucker begünstigen das Leuchten, schon von 1/2 % ab schwächen sie es. Vergärt Zucker nicht.

Vibrio terrigenus. Günther. (C. B. XVI. 746).

Verflüssigt die Gelatine gar nicht, bildet ein zartes Häutchen auf Gelatine. Interessant ist in systematischer Hinsicht, dass derselbe an beiden Enden bald eine Geissel, bald Geisselbüschel haben soll. — Gelatineplattenkolonien glattrandig strukturlos, die oberflächlichen bilden kleine Häufchen. Aeltere tiefliegende Kolonien sind bräunlich und gebuckelt. Wächst gut, gelblichweiss auf Kartoffel. Zucker wird nicht vergoren, Milch nicht koaguliert. Für Tiere nicht pathogen, streng aërob. Berliner Boden. — Aehnlich scheint **Vibrio saprophiles** α. β. γ. Weibel (C. B. II und IV.)

Wahrscheinlich ist das wenige Detail, was die vorstehenden Blätter über die Morphologie und Biologie der choleraähnlichen Vibrionen gebracht, für den Zweck dieses Buches noch immer zuviel. Aus der neuesten Arbeit von Dunbar (A. H. XXI. 295) geht hervor, dass man bei richtigem Suchen in der Elbe im Gebiet von Hamburg allein eine Fülle von Vibrionen finden kann, die niemand, der sich der Erfahrungen über die Variationen des Choleravibrio bewusst ist, ohne weiteres von letzterem zu trennen im stande ist. Auch die Phosphoreszenz ist, wie es scheint, eine Eigenschaft der Wasservibrionen, die nicht einer bestimmten Art eigen ist, sondern nicht selten kommt und geht. So berichtet Dunbar von einer Form: „Phosphoresziert zeitweise“, von einer anderen: „Bei mehrfacher Untersuchung Ph. anfangs nie beobachtet, später zeigte sich zeitweise Phosphoreszenz bei dieser Kultur.“ Es werden zugespitzte und abgerundete, grosse und kleine, lebhaft und ruckweise bewegliche Vibrionen geschildert, mit und ohne Häutchenbildung auf Bouillon, grob oder fein granulierte, glattrandige oder gelappte Gelatineplattenkolonien bildend; alle gaben die Indolreaktion, alle waren tierpathogen.

Die überwiegende Mehrzahl dieser Vibrionen ist

nach Dunbar leicht vom Choleravibrio zu unterscheiden, vor allem die phosphoreszierenden, dann eine grössere Zahl durch abweichende Gelatineplattenkulturen — aber „bei anderen Kulturen bleibt der Wunsch bestehen, an der Hand eines ganz sicheren Differenzierungsmittels die Richtigkeit des gewonnenen Urteils zu erhärten.“ Dieses Mittel bietet — soweit dies im Augenblick zu übersehen ist — die oben (pag. 332) ausführlich geschilderte R. Pfeiffer'sche resp. Gruber-Durham'sche Methode.

Einige andere mit Vibrio cholerae nicht zu verwechselnde Vibrionen.

Vibrio spermatozoides Löffler (C. B. VII. 637).

Diese merkwürdige von Löffler gelegentlich in Kohlrabi infus gefundene und photographierte Art zeichnete sich durch ihre gewaltige endständige Geissel aus [58,VI]; letztere verschwand aber auf Kohlrabigelatine oder war nur noch ganz zart, erschien aber bei einer Rückimpfung auf Kohlrabiinfus teilweise wieder. Der Organismus zeigte Y-Gabelungen! vergleiche die Notiz pag. 316.

Vibrio nasalis Weibel.[1]) (C. B. II. 466. IV 225). Tab. 58.

Von uns nicht studiert, nach Weibel eine sehr interessante Art.

Mikroskopisch: In Nasenschleim dicke Vibrionen [58, II], in Bouillon kurze, gerade Stäbchen, die sich wie Hühnercholera färben, auf Agar prächtige Schrauben und bizarre Fäden [58, III]. auf Gelatine fast nur letztere bildend [58, IV]. Stets unbeweglich! Die Tenacität der Kulturen nahm bei Weiterzüchtung rasch ab. — Auf Gelatineplatten entstehen bei $\frac{80}{1}$ kleine, gelbbräunliche, fein granulierte Scheibchen mit scharfem Rand; Gelatinestichkultur erinnert an Strept. pyogenes, Auflage minimal. Verflüssigung fehlt. Auf Agar etwas üppiger, wenig charakteristisch, üppig in Nährbouillon und Bouillon-Agarmischung. Kein Wachstum auf Kartoffel, kein auffallender Geruch. Keine ausgesprochene pathogene Wirkung. Gefunden in Nasenschleim, Zungenbelag.

Vibrio lingualis Weibel (C. B. IV. 227).

Diese Art stimmt nach Weibel mit der vorigen durch Unbeweglichkeit und Mangel an Gelatineverflüssigung.

[1]) Interessant sind auch die von Weibel l. c. beschriebenen, unbeweglichen, auf Gelatine mit gelber Farbe und ohne Verflüssigung wachsenden **Vibrio flavus** Weibel, **aureus** Weibel und **flavescens** Weibel, die unter einander nahe verwandt sind.

Mikroskopisch: Vibrionen und flachwellige Fäden; Spiralformen scheinen nicht beobachtet. Gelatinestichkultur: Etwas üppiger wie beim vorigen. Auf der Gelatineplatte zeigen die tiefliegenden einen feinfaserigen Rand, die Fäden verschlingen und verfilzen sich, und die Kolonie erinnert einigermassen an Milzbrand. — In Bouillon flockiger Bodensatz. — Agarstrich: Feinkörnige Auflage. Scheint nicht pathogen.

Von allen bisher bekannten Vibrionen durch die Färbbarkeit nach Gram ausgezeichnet.

Für diese Arten, die für die Differentialdiagnose des Vibrio cholerae nicht ernstlich in Betracht kommen, muss auf das Original verwiesen werden.

Spirillum Ehrenberg.
em. Löffler (C. B. VII. 634).

Zellen lang, spiralig gekrümmt, korkzieherartig, starr, mit einem meist polaren (häufig bipolaren) Geisselbüschel.[1])

Bis vor kurzem waren nur 2 echte Spirillen etwas allgemeiner bekannt, weil nur sie in Reinkulturen erhalten und leicht fortgezüchtet werden konnten. Spirillum rubrum v. Esmarch und Sp. concentricum Kitasato. Erst kürzlich hat Kutscher (Z. H. XX. 46) und (C. B. XVIII. 614) unsere Kenntnis der Spirillenspecies sehr erweitert, indem er (neben einem dem Choleravibrio sehr ähnlichen eingeisseligen Vibrio) aus Düngerjauche und Schweinekot nach der Methode der Choleravorkultur (pag. 331.) eine ganze Anzahl von Spirillen züchtete, die durch E. O. Müller, Ehrenberg u. F. Cohn zwar bekannt, bisher aber nie kultiviert waren. Er selbst bezeichnet einen Teil derselben mit flacher Krümmung der Spirale, trotz der von ihm gefärbten endständigen dicken Geisselbüschel als Vibrionen.

Die Isolierung geschah durch Agarplattenkultur der spirillenhaltigen Oberflächenhäutchen. Die allenfalls für Spirillen zu haltenden Kolonieen werden unter dem Mikroskop mit feinem Platindraht angerissen und beobachtet, ob sich in dem Flüssigkeitströpfchen, das sich

---

[1]) Bei **Spirillum sputigenum** Miller, das wir nicht kennen, steht das Geisselbüschel nicht end-, sondern seietnständig.

im Risse sammelt, bei schwacher Vergrösserung Eigenbewegung erkennen liess. In diesem Falle war die Vermutung naheliegend, dass es sich um Spirillen (resp. Vibrionen) handele, da die übrigen Düngermikroorganismen fast alle unbeweglich waren. — Da unsere, nicht zahlreichen Versuche, die interessanten Organismen selbst zu züchten, bisher fehlgeschlagen sind,[1]) beschränken wir uns auf einen kurzen Auszug aus Kutscher's Angaben, die wir nach Ferd. Cohn (Beiträge zur Biol. der Pfl. Bd. I. Heft 2. p. 179) vervollständigten und während des Drucks nach Bonhoff (Hyg. Rundschau VI. 351) ergänzten. — Auf die Ausarbeitung eines Bestimmungsschlüssels mussten wir deshalb auch verzichten.

Spirillum concentricum[2]) Kitasato (C. B. III. 72).
Tab. 57. VI. —IX.

Kurze, mehr oder weniger gewundene Spirillen von 1—8 μ Länge und 0,5 μ Breite, lebhaft beweglich[3]), nach Gram färbbar. [57 IX]. Auf der Gelatineplatte zarte durchscheinende Auflagen, fein punktiert [57 VII]. Im Gelatine- und Agarstich ein spindelförmiges Wachstum unterhalb der Oberfläche ähnlich dem Spirillum rubrum, aber gelblich. Auf der Agarplatte dünne, zarte, (nach Kitasato fest adhaerierende) Auflage, im Mittelpunkt undurchsichtig gelblich, am Rande durchscheinend fein granuliert [57. VI]. Bouillon ist mässig getrübt. Milch gerinnt nicht. Weder Gasentwicklung, noch H_2S, noch Indolbildung vorhanden.

Von Kitasato einmal aus faulem Blut gezüchtet.

---

[1]) Als Nährboden empfiehlt Kutscher Fleischwasseragar, ohne weiteren Zusatz mit Soda neutralisiert. Zettnow findet 0,1 % Ammonsulfat und 0,1 % Kaliumnitratzusatz praktisch und giebt Detailvorschriften zur Bereitung des Spirillenagars. (C. B. XIX. 393.)

[2]) Den Namen gab Kitasato nach dem sehr charakteristischen „kokardenartigen“ Wachstum der Gelatineplattenkultur — unsere Platten zeigten davon nichts.

[3]) Von der von Kitasato beobachteten lebhaften Beweglichkeit zeigten unsere Kulturen trotz aller Mühe nichts. Inzwischen sind sie ganz eingegangen. Geisseln haben wir nicht zu färben versucht, Löffler hat endständige Geisselbüschel beschrieben.

Spirillum rubrum v. Esmarch (C. B. I. 225).
Tab. 57, I—Va.

Zierliche, mehr oder weniger gestreckte oder korkzieherartig gewundene Fäden oft bis 16 μ, im Mittel 1—3,2 μ lang, 0,6—0,8 μ breit [57, V]; mit endständigem Geisselbüschel beweglich, nach Gram färbbar. Auf der Gelatineplatte anfangs rundliche, fast glattrandige Kolonien, welche später gewöhnlich konzentrische Ringe mit gelbgrauem Mittelpunkt erhalten. Die Randzone pflegt grünlich oder rötlich zu erscheinen. Der Gelatine- und Agarstich wächst unterhalb der Oberfläche spindel- bis walzenförmig aus, färbt sich anfangs graugelb, später rostbraun-rötlich [57, I]. Auf dem Agarstrich sehr spärliches Oberflächenwachstum [57, II]. Auf der Agarplatte durchscheinend, schwach krümelig [57, III]. Bouillonkultur wird schwach getrübt, Gelatine nicht verflüssigt. Weder Gas noch H_2S-Entwicklung. Indol in Spuren.

Von v. Esmarch einmal aus einer toten Maus gezüchtet. War anfangs vorwiegend anaërob, gedeiht nach der fortgesetzten Kultur in den bakteriologischen Sammlungen jetzt zuweilen auch gut aërob.

Spirillum rugula (Cohn). Lehm. et Neum.

Unsere Bemerkungen auf pag. 105 können wir nach den Untersuchungen von Bonhoff modifizieren. Es ist ein echtes Spirillum mit dicken Fäden von 8—16 μ Länge und 1,5—2 μ Breite und endständigem Geisselbüschel. Die „Sporen" konnte Bonhoff noch nicht sicher als solche nachweisen. Gelatineplattenkulturen gleichen sehr Milzbrandkolonien, Gelatine wird nie verflüssigt.

Spirillum tenerrimum. Lehm. et Neum.

Spirillum I Kutscher (Z. H. XX p. 47). Beschreibung nach Kutscher: Kurze **S**-Formen sehr fein und dünn in der Regel mit 3—4 Windungen. Geisseln sind bisher nicht gefärbt. Gelatineplatten zeigen charakteristische Kolonien. Kompaktes Centrum dann feinkörnige dünnere Zone, die am Rand einen Kranz anastomosierender Strahlen trägt. Im Gelatinestich erinnert das Wachstum an Mäusesepticaemie, auch findet eine langsame Verflüssigung

[1]) Eine gewisse Aehnlichkeit scheint in den Kulturen der dicke, geisselbüscheltragende Vibrio III von Kutscher zu haben.

von oben her statt. Auf Agarplatten Tautröpfchen. Leichte Trübung der Nährböden ohne Häutchen.

Hiermit ist ähnlich, das im Darme von **Cholerakranken** aber auch sonst im Menschenkot bisweilen in Masse gesehene (auch von uns mehrfach in Stühlen choleraverdächtiger Kranker) **feine Spirillum,** über das sich schon eine grosse, aber nicht gerade sehr inhaltreiche Litteratur findet. Kowalski hat dasselbe **Spirillum hachaizae** getauft.[1]) (C. B. XVI. 324).

Spirillum serpens (E. O. Müller). Zettnow (C. B. X. 689).

(Vibrio serpens O. F. Müller emend. Cohn et Kutscher).

Grössere Spirillen, dünn, mit meist 3—4 schwachen, starren Wellenbiegungen, (einer Länge von 2 Wellen entsprechen 5—6 μ) mit endständigem bis 14 Geisseln zählendem Büschel. Die Gelatineplattenkultur und Stichkultur wird typhus- oder coliartig beschrieben, doch sinken die Kolonien langsam ein, im Stich unter Bildung einer Blase. Auf Kartoffel und Agar ebenfalls an Coli mahnend. Nährlösung stark getrübt, bisweilen zartes Häutchen. — Unser Bild [58. 1] bei $\frac{1000}{1}$ kopiert nach Zettnow lässt den Organismus sehr viel grösser erscheinen als Cohn's Angaben entspricht.

Spirillum tenue Ehrenberg, emend. Cohn et Kutscher.

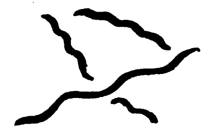


Fig. 16. Spir. tenue Ehr. nach Migula.

Dünne (0,8 μ), stark gewundene Fäden von meist 2—5 Windungen (4—15 μ) mit endständigem Büschel sehr feiner Geisseln. Die Gelatineplatte zeigt tiefliegend gelbliche, runde, feingekörnte, scharfrandige Kolonien, oberflächlich ähnliche, aber ausgebreitetere dünne Rasen. Gelatinestich zeigt zartes Wachstum im Stich, gelb-

---

[1]) B o n h o f f macht die sehr überraschende Mitteilung, dass diese feinen Spirillen die Degenerationsform (Altersform) eines kurzen Organismus sind, der auf Gelatine ganz wie Bact. coli wächst und in jungen Kulturen auch bei $\frac{1000}{1}$ das Bild des Bact. coli giebt. Die Stäbchen haben an einem Ende 2 Geisseln, wachsen nicht auf Kartoffel, geben Nitrosoindolreaktion, koagulieren Milch nicht und bilden kein Gas auf Traubenzucker. (Hyg. Rund. VI. 351). Nähere Mitteilungen über diesen interessanten Organismus sind in Aussicht gestellt.

liche, reichlichere Auflage, langsame. blasenbildende Verflüssigung. Auf Kartoffel kein Wachstum. Nährflüssigkeit rasch getrübt, dickes Häutchen. — Wie auch Kutscher bemerkt, sind Beyerinck's Beschreibungen von 3 Formen von Sp. tenue (C. B. Ab. II. Bd. I.) nicht ausreichend zu einer Identifizierung. — Bonhoff fand eine, etwas von Kutscher's Beschreibung abweichende Form z. B. jederseits nur 2 Geisseln.

Spirillum undula Ehrenberg emend., Cohn et Kutscher.

Stärkere Fäden, meist nur $^1/_2$—1, seltener $1^1/_2$—3 Spiralwindungen, Höhe und Durchmesser jedes Schraubengangs 4—5 μ. Nach längerer Kultur oft fast nur gerade Formen. Mit endständigem Büschel von 3 bis 15 Geisseln. Auf der Gelatineplatte nur in der Tiefe langsame Entwickelung scharfrandiger, feinkörniger Kolonien, unter denen die Gelatine etwas einsinkt. In der Stichkultur Entwicklung in den oberen $^2/_3$ des Stichkanals, Gelatineauflage, dünn, weisslich, etwas gelappt. Kein Kartoffelwachstum. Nährflüssigkeit gleichmässig trübe ohne Häutchen.

Zettnow und Kutscher unterscheiden neuerdings von diesem **Spir. undula minus** noch ein **Spir. undula maius,** das etwa $^1/_3$ grösser ist und auf Fleischwassergelatine und Agar gut wächst. (C. B. XVIII. 614 u. XIX. 393.)

Spirillum volutans Ehrenberg emend. Cohn et Kutscher.

Nicht nur das grösste Spirillum, sondern eine der grössten Bakterienarten, Fäden ca. 2—3 μ dick, spiralig gewunden, Höhe einer Windung 6,6 μ, Länge 13,2; meist $2^1/_2$—$3^1/_2$ Windungen. Hat nach Cohn an jedem Ende eine lange Geissel, nach A. Fischer und Kutscher ein endständiges Büschel von 3 bis zu 8 langen Geisseln, die häufig zu einem Zopf verflochten sind. Gelatineplatten werden coliartig beschrieben, Gelatine sinkt etwas ein, Agarplatten erinnern an solche von Diphtheriebakterien. Im Gelatinestich schwaches Wachstum, Auflage porzellanartig weiss, stark gelappt. Auf der Kartoffel trocken. Nährflüssigkeit gleichmässig getrübt ohne Häutchen.

3. Spirochaete. Ehrenberg.

Zellen biegsam, lange, zugespitzte, spiralig gewundene Fäden darstellend, Geisseln unbekannt. Fortbewegung angeblich durch eine undulierende Membran.

Ein Bestimmungsschlüssel kann fehlen, da nur 2—3 Species bisher bekannt sind.

Spirochaete Obermeieri F. Cohn.[1])

Tab. 58. VIII. IX.

Litteratur: Obermeier (C. f. med. Wiss. 1873. N. 10), Koch (Mitt. a. d. Ges.-Amte I. 167). Soudakewitsch (A. P. Bd. V. 514). Cohn (Beiträge I, Heft III, 196).

Bakteriologisch ist nur sehr wenig bekannt. Grosse, flexile, bewegliche, korkzieherartig gewundene Fäden mit spitzen Enden $1^1/_2$—26 mal so lang als ein Blutkörperchen. Geisseln und Sporen bisher nicht bekannt.

Typischer Befund in Blut und Milz des fiebernden Recurrenskranken, fast nie in den fieberfreien Zeiten (eine Ausnahme von Naunyn konstatiert), von Karlinski als Erreger eines Teiles der Fälle von fieberhaftem Icterus nachgewiesen. (C. B. XI. 26).

Die Färbung gelingt leicht mit den gebräuchlichen Anilinfarbstoffen, Günther empfiehlt das angetrocknete und fixierte Präparat vorher mit 1—5 prozentiger Essigsäure von einem Teil seiner Eiweisskörper zu befreien. Nicht färbbar nach Gram.

Irgend welche Kulturen sind bisher nicht gelungen, eine lebende Konservierung der Spirochaeten ist für c. 10 Tage nach Pasternatzky möglich, wenn man Blutegel sich an Recurrenskranken voll saugen lässt, und sie dann auf Eis aufbewahrt.

Impfversuche sind nur an Mensch und Affen gelungen. Der Affe erkrankt nach etwa $3^1/_2$ Tagen, zeigt aber nur den initialen Fieberanfall, keine Rückfälle. Milzexstirpation macht die Krankheit für den Affen gefährlicher.

---

[1]) Sakharoff entdeckte im Blute epizootisch erkrankter Gänse im Kaukasus bewegliche, aber nicht flexile Spirochaeten: **Spirochaete anserina** Sakharoff (B. XI. 203.), durch die sich die Krankheit auf gesunde Tiere übertragen liess; gezüchtet wurden sie nicht. Nur erwähnt sein mögen: **Spirochaete plicatilis** Ehrenberg aus Sumpfwasser und die **Spirochaete des Zahnschleims,** die zwar öfters gesehen aber noch nicht kultiviert sind. Nach F. Cohn (Beiträge Bd. I, Heft II, p. 180 und Heft III, p. 197 u. 199) sind diese Arten mikroskopisch nicht von Spiroch. Obermeieri zu unterscheiden.

Anhang I. Hyphomycetes (Fadenpilze),

welche den Spaltpilzen nahe stehen und mit ihnen verwechselt worden sind.

Für die Umgrenzung der Gruppe und die Differentialdiagnose der 3, hier zu berücksichtigenden Gattungen vergl. pag. 107 u. 108.

1. Corynebacterium.[1]) Lehm. et Neum.

Kulturen, durchaus den Charakter echter Bakterienkulturen tragend, weich, den Nährböden flach und locker aufliegend. Der Organismus färbt sich mit den gewöhnlichen Bakterienfärbemitteln gut. Mikroskopisch: Stäbchen, die an den Enden häufig keulig angeschwollen sind, aus verschieden färbbaren Scheiben aufgebaut erscheinen, und in manchen Kulturen durchweg eine unzweifelhafte, echte dichotome Verzweigung zeigen.

Bisher kennen wir erst eine kleine Gruppe nächst verwandter Arten, die sich unter dieses Genus einreihen, weitere Forschung dürfte noch weitere Species als hierhergehörig erkennen lassen.

Corynebacterium diphtheriae. (Löffler.) Lehm. et Neum.

Tab. 20.

Synonym: Bacillus diphtheriae Löffler.
Trivialname: Diphtheriebacillus. Löffler's Bacillus. „Löffler“.

---

[1]) Κορυνη Keule.

Litteratur: Löffler: Mitth. a. d. Ges. Amt. Bd. II. Ein bis 1894 vollständiges Litteraturverzeichnis in Escherich's gründlicher Arbeit: Aetiologie und Pathogenese der epidemischen Diphtherie. Wien 1894. Wir haben diese Arbeit im folgenden viel benützt.

Mikroskopisches Aussehen: Schlanke, an einem oder beiden Enden meist etwas angeschwollene, ziemlich lange, oft etwas gekrümmte Stäbchen. Manchmal zu zweien angeordnet. Häufig Polkörner (keine Sporen), die sich begierig zuerst mit Theerfarben färben. Escherich unterscheidet 3 besonders häufige Formen:

1) Keilförmige Stäbchen c. 1,5—2 μ lang, etwa 0,5 μ breit.
2) Langcylindrische Stäbchen (namentlich auf Agar und Kartoffel). [20. XI.] 3—4 μ lang, 0,4—0,5 breit
3) Kolbig angeschwollene Stäbchen (namentlich auf Serum) bis 6—8 μ lang. Kolben bis 1,0 breit. [20. X.].

Bei 1 und 3 sind die dünnen Enden oft lang und spitzig ausgezogen. Auf alkalischer Bouillon bilden sich kolbige lange, auf saurer kurze keilförmige Stäbchen. Die kurzen sind mehr parallel gelagert, die langen mehr gekreuzt, in Rosetten angeordnet u. s. f. Auswachsen zu Fäden (z. T. mit kolbig angeschwollenen Enden), ja zu verzweigten Fäden, ist unzweifelhaft beobachtet. (Klein, C. Fränkel. C. B. XVII. 896). Bilder ähnlich wie [48. VIII]. Wir hatten kürzlich eine Glycerinagarkultur, die ganz vorwiegend auffallend verzweigte Formen zeigte.

Eigenbewegung: Fehlt.

Färbbarkeit: Mit allen Anilinfarbstoffen auch nach Gram. Die Gram'sche Methode darf nur in der Weise angewendet werden, dass schwach mit Jodjodkali und Alkohol entfärbt und nur mit schwacher Bismarckbraunlösung nachgefärbt wird, starke Entfärbung und starke Nachfärbung lässt sie verschwinden; so erklärt sich der Widerspruch der Autoren über die Färbbarkeit.

Karbolfuchsin und Anilingentiana färben sehr stark, ohne die feinere Struktur zu enthüllen. Erwärmen mit Löffler's Methylenblau und Differenzieren mit Wasser oder, bei starker Färbung, ganz schwach essigsaurem Wasser, enthüllt die sehr charakteristische Zusammensetzung des B. — am deutlichsten tritt sie bei älteren Exemplaren von Serumkulturen hervor — aus wechselnden Scheiben stark und schwach gefärbter Substanz, von einer zarten Hülle schwachgefärbter Substanz umgeben. Ganz junge Bakterien färben sich einfarbig blau.

Sauerstoffbedürfnis: Optimum bei Luftzutritt, bei Sauerstoffabschluss vermindertes Wachstum.

Ansprüche an Temperatur, Reaktion und Zusammensetzung des Nährbodens: Wachstum gut und reichlich nur bei Bruttemperatur. Optimum 33 bis 37°, Extreme c. 18—20° und 40°. Glycerinagar begünstigt gegenüber gewöhnlichem das Wachstum, sodass wir stets Glycerinagar verwerten.

Glycerin-Gelatineplatte: (22—24°).

a) Natürliche Grösse: Innenliegende Kolonien: Bleiben stets äusserst klein unscheinbar. Aufliegende: Zart, grauweiss durchscheinend, in der Mitte fast immer die ursprüngliche Kolonie sichtbar [20, VI].

b) 60fache Vergrösserung: Innenliegende Kolonien: Rundlich, blassgelblich, fein bis grobkrümelig, teils glattrandig, teils rauh. [20, VII]. Aufliegende: Grau-weisslich bis blass-gelblich, durchscheinend, zart granuliert, glattrandig, im Innern die ursprüngliche Kolonie dunkler gefärbt; in älteren Kolonien nimmt die Randzone eine grobkrümelige Beschaffenheit an. [20. VIII].

Gelatinestich: Sehr spärliches Wachstum, ohne Verflüssigung.

Glycerin-Agarplatte:

a) Natürliche Grösse: Innen- und aufliegende Kolonien uncharakteristisch, wie auf der Gelatine.

b) 60fache Vergrösserung: Innenliegende Kolonien: Rundlich, mehr oder weniger gelappt

bis wetzsteinförmig, dunkelgrau-grünlich, meist glattrandig, Granulierung kaum merklich [20, V, i]. Aufliegende: Rundlich bis rund, glattrandig, hell-gelblich, durchscheinend, zart gekörnt [20, V. e].

Agarstich: Aeusserst spärliches Wachstum.

Glycerinagarstich: Stich: Uncharakteristisch [20. I.], Auflage: Zart, weiss bis gelblich-weiss, wellig glattrandig, an der Peripherie mehr oder weniger durchscheinend, fettglänzend [20. III.].

Glycerinagarstrich: Wachstum langsam und kümmerlich, auf den Strich beschränkt, weiss oder schmutzigweiss, teils rauh-, teils glattrandig, fettglänzend. Kondenswasser klar, spärlicher Bodensatz. [20. II.].

Blutagarstrich: Wachstum recht gut.

Im rohen Hühnerei reichliches Wachstum, relativ üppige Kulturen auf gekochtem Eiweiss.

Sehr gut auf mit Blut bestrichenem schiefem Agar.

Serumkultur: Auf erstarrtem Kälber- oder Hammelserum (oder etwas alkalisiertem Rinderserum), dem $^1/_3$ seines Volums[1]) neutralisierte Kalbsbouillon (mit $1^0/_0$ Pepton und $1^0/_0$ Traubenzucker + $^1/_2{}^0/_0$ Kochsalz) zugesetzt ist, ist nach Löffler's Vorgang besonders oft die Kultur ausgeführt worden.

Bouillonkultur: Nach 20^h getrübt, die Trübung setzt sich entweder in Form feiner staubigkörniger Massen an Glaswand und Glasboden ab, oder es bilden sich (was die Mehrzahl der Autoren für das häufigere angeben, Escherich aber in Graz nur selten fand) feine Flöckchen, die sich leicht absetzen und beim Schütteln aufwirbeln. Die beiden Typen sind durch Uebergänge verbunden. Junge Kulturen zeigen meist zarte, alte dicke Häutchen.

Die alkalische Bouillon wird erst sauer, dann wieder alkalisch, letzteres durch Luftdurchleiten begünstigt.

Auf lange aufbewahrter Bouillon wachsen die D.-B. schlecht, Aufkochen verbessert dann den Nährwert. (Escherich.)

---

[1]) Escherich empfiehlt $^1/_4$—$^1/_5$, um sichere Erstarrung des Serums beim Erwärmen zu erhalten.

Milchkultur: Ueppige Vermehrung meist ohne Koagulierung, lange Lebensdauer. Reaktion amphoter.

Kartoffelkultur: Auf saurer Kartoffel sehr schlechtes oder fehlendes, auf alkalischer Kartoffel nach 14 Tagen sehr spärliches Wachstum, welches sich nur als zarter glänzender Schleier, der sich mit der Platinnadel abheben lässt, zu erkennen giebt. Unser Bild ungenügend.

Besondere Nährböden: Auf eiweissfreiem Harn (Guinochet), der sterilisiert und schwach alkalisiert wurde, wächst der D. B. langsam, aber pathogen.

Harnagar (2 % Agar enthaltender Fleischinfuspeptonnährboden wird â mit frischem sterilem Harn gemischt), empfiehlt Schloffer (C. B. XIV. 657).

Nach Gamaleïa ist auch 40 Glycerin, 5 Fleischextrakt, 5 Kochsalz auf 1000 Wasser ein guter Nährboden.

Sporenbildung: Fehlt.

Lebensdauer:

a) im Körper: Im Rachen vieler Rekonvaleszenten von Diphtherie noch nach Wochen, ja 2 Monaten. (Löffler, Abel).

c) in Kulturen: Kühl und dunkel aufbewahrt 1/2 bis 1 1/2 Jahr. Im Brutschrank meist nach 1—3 Monaten durch Vertrocknen getötet. Bei gutem Verschluss Lebensdauer auch im Brutschrank in Bouillon 1 Jahr und länger.

Widerstandsfähigkeit gegen

b) Austrocknen: Sehr widerstandsfähig. Reinkulturen an Seidenfäden im Zimmer 3—4 Wochen, unter günstigen Bedingungen monatelang lebensfähig. In trocknen Membranen bis 3 Monate lebendig.

d) Feuchte Hitze: Bei 60° bald getötet, 50° tötet in einigen Stunden.

e) Kälte: Angetrocknet vertragen viele Individuen 2 1/2 Monate die deutsche Winterkälte ohne Virulenzabnahme (Abel).

Chemische Leistungen:

a) Gas- und Säurebildung aus Kohlehydraten:[1]) Traubenzucker wird nicht angegriffen nach Escherich, nach anderen bilden sie etwas Ameisen- und Fleischmilchsäure. Wir fanden ziemlich kräftige Säurebildung. Siehe Tab.

b) Schwefelwasserstoffbildung gering.

e) Indol wird stets gebildet.

d) In älteren Kulturen findet sich etwas Nitrit, sodass die „Cholerareaktion" mit Schwefelsäure allein gelingt (Palmirski und Orlowski).

e) Toxine: Aeltere Bouillonkulturen durch Thon filtriert, erzeugen ganz ähnliche Symptome wie die Verimpfung des D. B. selbst[2]) (Roux und Yersin). Besonders wirksame Gifte erhält man nach v. Dungeren durch Zusatz von Ascitesflüssigkeit zur Bouillon (C. B. XIX. 137). Die Giftstoffe sind durch Alkohol fällbar, kaum dialysierbar. Niederschläge von Calciumphosphat (durch Zusatz von Chlorcalcium zur Bouillon) fällen sie auch. Temperaturen über 60° vermindern die Giftigkeit rasch, mit Alkohol und Vacuumapparat gelingt Herstellung der Toxine als Pulver. Nicht nur auf eiweisshaltigem, sondern auch auf eiweissfreiem Nährboden (alkalischem Harn, Guinochet) werden Toxine gebildet — es scheint, dass dieselben nicht Ausscheidungsprodukte des lebenden Bakterienorganismus sind, sondern der absterbenden Zelle entstammen. Auch D-Leichen enthalten die Gifte. — Die Toxine sind (Brieger u. Boer) keine Eiweisskörper; (vergl. pag. 70; vergl. auch Fermi C. B. XV. 308 über Resistenz und sonstige Eigenschaften des Giftes.)

---

[1]) Auf Glycerin wird etwas Milchsäure gebildet. Fett und Stärke wird nicht angegriffen.

[2]) Es fehlt nur das Fibrinexsudat an der Injektionsstelle. Häufig sind Eiweissharn, Diarrhöen und sehr irreguläre Herzaktion. Im Verlauf oder beim Schwinden der akuten Erscheinungen treten Lähmungen, namentlich bei den widerstandsfähigeren Tieren: Kaninchen, Tauben, Hunden, Katzen — selten Meerschweinchen, auf. Am charakteristischsten sind Lähmungen, die erst nach der scheinbaren Genesung des Tieres von den akuten Vergiftungssymptomen einsetzen.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: An Gegenständen, die D.-Kranke benützt haben (Wäsche, Bürsten, Spielzeug, Wänden und Böden der Zimmer). An den Haaren der Wärterinnen.

Die Luft enthält (abgesehen von einer momentanen Verunreinigung durch hustende Kranke) niemals lebende D.-B. (Flügge.)

b) Im gesunden Organismus: In Mund- und Nasenhöhle sowie Konjunktivalsack gesunder Menschen zuweilen gefunden, namentlich bei den Angehörigen von D.-Kranken. — Bei einer D.-Epidemie fand Aaser in einer Kaserne bei 19⁰/₀ der gesund gebliebenen D.-B. im Rachen.

c) Im kranken Menschen: Ausnahmslos an der Aussenseite (der der Mundhöhle zugekehrten Seite) der diph. Membranen[1]) frisch erkrankter Menschen zu finden, schwerer und weniger regelmässig in chronischen Fällen.

Hauptlokalisation: Rachen, Nase, Kehlkopf, Trachea; seltener Magen, Haut- u. Muskeldefekte (Wunden) und Vagina. — Die verbreitete Annahme, dass die D.-B. nur am lokalen Erkrankungsherd zu finden seien, ist in dieser apodiktischen Form unrichtig; ziemlich häufig sind sie neuerdings (auch beim Menschen) im Blut, in den inneren Organen namentlich Milz und Niere gefunden. (Frosch, Z. H. XIII).

Es gibt auch klinische „D.-Fälle“, die trotz des vollkommen typischen Lokal-Symptomenkomplexes keine D.-B. zeigen, (nach Escherich in Graz ca. 25⁰/₀) es vermögen eben eine ganze Reihe anderer Organismen die Symptome der Schleimhaut-D. hervorzubringen. Die Mortalität dieser Fälle ist minimal. Auch „Wund-D.“ kann durch Streptokokken oder Bact. coli bedingt sein.

In neuerer Zeit ist auch auf den D.-B. zurück-

---

[1]) Es gibt auch diphth. Angina ohne Membranbildung.

geführt: Rhinitis fibrinosa, Conjunctivitis crouposa (schwere und ganz leichte Formen), manche Mittelohreiterungen.

Fast regelmässig begleitet der Streptococcus pyogenes den D.-B. (Löffler), derselbe spielt bei der Pathogenese eine synergetische Rolle.

Ueber die Bedeutung der Mischinfektion ermittelte Bernheim:

1) In Mischkulturen von Streptokokken und Diphtheriebacillen überwuchern letztere rasch.
2) Die Streptokokkenstoffwechselprodukte begünstigen das Diphtheriebacillenwachstum und steigern die Virulenz.
3) Mischinfektion mit Streptokokken und Diphtheriebacillen ist gefährlicher für die Tiere, als reine Diphtherieinfektion.

Indessen vermag auch der D.-B. allein unzweifelhaft alle klinischen Symptome der Sepsis hervorzubringen. (Genersich).

d) Bei Tieren: Sichere spontane Erkrankungen durch Löffler's B. ist noch bei keinem Tier beobachtet; das empfindliche Meerschwein ist gegen Fütterung, Einatmung, Einpinselung des D.-B. immun. Spontane Erkrankungen (diphtheritische Bronchopneumonie) sollen bei Katzen vorkommen, (E. Klein C. B. VIII. 7) Spontane D. der Milchkühe will Klein auch gesehen haben, sogar mit Uebergang der D.-B. in die Milch.

Die spontane Diphtherie der Hühner, Tauben[1]) und Kälber hat (immer?) andere Ursachen. (Vgl. Löffler. Mitth. G. A. II.) Doch scheinen gewisse „Tierdiphtherieerreger“ auf den Menschen überzugehen. Vergl. die berühmte Beobachtung Gerhardt's (II Kong. f. innere Med.)

---

[1]) Als Erreger der **Taubendiphtherie** wird von Löffler und Babès ein Stäbchen angesehen, dass etwa unserer Definition von Bact. lactis aërogenes entspricht. Ueber das Verhalten zu Kohlehydraten ist nichts bekannt. Vergl. Babès u. Puscariu (Z. H. VIII. 377). Ueber Kälberdiphtherie vergl. pag. 393.

Experimentelle Erfahrungen über Pathogenese:

a) am Tier: Die Virulenz frisch isolierter Kulturen ist sehr verschieden, im allgemeinen liefern schwere Fälle stark virulente Kulturen, leichte, schwach virulente, doch kommen Ausnahmen vor. Experimentelle und zufällige (kulturelle) Abschwächung ist oft beobachtet. Regelmässige starke Virulenzverminderung bei den spärlichen, zuletzt noch nachweisbaren D.-B. von Rekonvaleszenten ist von Roux und Yersin behauptet, von Escherich nicht gefunden — auch andere Autoren züchteten noch lange nach dem Schwinden der klinischen Symptome virulente B. aus Rekonvaleszenten. Einen guten Massstab für die Virulenz einer Kultur liefert die Giftigkeit der Filtrate von bestimmtem Alter. Im Interesse raschen Arbeitens empfiehlt Escherich zur Beurteilung der Virulenz anzugeben: Die in % des Körpergewichts ausgedrückte Menge der schwach alkalischen, 24 stündigen Bouillonkultur, welche gerade noch hinreicht, um bei subkutaner Applikation den Tod des Meerschweinchens an akuter D. herbeizuführen. — Bei 1,5 cbcm = 0,5% des Körpergewichts erhielt Escherich niemals ein negatives Resultat; bei seinen virulentesten B. genügte 0,1—0,3 cbcm d. h. etwa 0,05%. Aronsohn hat noch virulentere B. kultiviert, von denen 0,02—0,025% Bouillonfiltrat schon tödlich waren.

Auch zu Infektionsversuchen ist das beste Versuchstier das Meerschweinchen. 0,02 cbcm einer virulenten Kultur tötet in 2 T. 0,01 cbcm in 3 bis 4 Tagen. Meist werden $^1/_2$—1 cbcm injiziert. Circa 24^h nach der subkutanen Injektion entwickelt sich folgendes Bild: Tier matt, appetitlos, Haar gesträubt, Schnauze kalt, bläulich, Atmung sehr rauh. Injektionsstelle infiltriert, manchmal auch die weitere Umgebung. Tod nach 24 bis

60[h]. Es können aber auch besondere Krankheitssymptome, ausser Gewichtsabnahme, ganz fehlen.

Sektion: An der Injektionsstelle weisslicher Belag, Umgebung mit haemorrhagischem Oedem, bei subchronischen Fällen mit haemorrhagisch verfärbten Schwielen. An den inneren Organen sind die wichtigsten Veränderungen: Nebennierenhyperaemie, Pleuraexsudat, oft auch Herzbeutelexsudat, Milz unverändert. Häufig parenchymatöse Nephritis und Myocarditis. Oberer Darmabschnitt gerötet. — Escherich beobachtete Kulturen, bei deren Einimpfung das Pleuraexsudat stets fehlte. Eine Vermehrung der B. findet bei diesen Versuchen fast nur lokal statt, aus den inneren Organen sind die B. nur selten zu züchten.

Subchronische und chronische Fälle (der Tod tritt zuweilen erst nach Monaten ein) zeigen die Veränderungen der inneren Organe geringer oder gar nicht mehr, an der Injektionsstelle können Veränderungen fehlen oder durch Hautnekrose Geschwüre auftreten. Stets sind die Tiere abgemagert und von sehr stark reduziertem Gewicht. Postdiphtheritische Lähmungen an Versuchstieren sah Escherich nie, andere Autoren bisweilen.

Kaninchen sind gegen subkutane Impfung weit resistenter als Meerschweinchen, weisse Mäuse und Ratten fast immun. Dagegen sind Katzen, Hunde, Kühe empfänglich. Von Vögeln sind namentlich junge Tauben und kleine Vögel (Finken, Zeisige etc.) empfänglich, Hühner weniger und nur in jungem Zustand.

Diphtheritische Schleimhauterkrankungen, die als Analoga der menschlichen D. zu bezeichnen sind, lassen sich durch Einreiben von D.-B auf die leicht verletzte (nicht auf die unverletzte) Schleimhaut der Trachea und Conjunctiva des Kaninchens, des Rachens des Affen, des Rachens und Kehlkopfs von Tauben und Hühnern erzielen. Der Prozess resp. die gebildete Membran bleibt aber lokal. Die besten Resultate gibt aber die Impfung auf die Vaginalschleimhaut des Meerschweinchens. (Löffler): Zieht man die stets schwach verklebte Vagina auseinander und bringt auf die dabei regelmässig minimal verletzte Schleim-

haut eine stecknadelkopfgrosse Menge D.-B., so ist am nächsten Tage starke Rötung und Hyperaemie und nach 48^h Bildung von dünnen, fest haftenden Belägen zu konstatieren. Genesung oder Tod kann die Folge dieser Infektion sein.

b) am Menschen: Fehlen Experimente.

Immunisierung:

Nur in aller Kürze kann hier erwähnt werden:

Tiere kann man gegen D.-B. immunisieren:

1) durch Behandlung mit wenig virulenten D.-B.;
2) durch Injektion kleiner oder durch Hitze teilweise entgifteter Mengen von D.-Gift. Wiederholung dieser Manipulation mit steigenden Dosen;
3) durch Injektion von Serum D.-immuner Tiere.

Specielle Methoden für Nachweis und Kultur:

Die Diagnose des D.-B. wird vorgenommen:

1) Durch mikroskopische Untersuchung. Färbung mit Löffler's Blau. Zu beachten: Bänderung der Bacillen, Endanschwellungen und Zuspitzungen.
2) Durch Anlage von Ausstrichkulturen. Man betupft die verdächtigen Stellen im Rachen mit einem sterilisierten Glasstab (sterilen Pinsel, sterilen Wattebausch) und fährt mit demselben über schräg erstarrtes Löfflerserum oder weniger elegant, aber auch sehr brauchbar Blutserum, das bei 100^0 ohne Vorsicht schräg erstarrt und dann 2^h lang im Dampf sterilisiert ist. Will man Mischinfektion studieren, so ist neben Blutserum Glycerinagar zu beimpfen. (Silberschmidt.)
   Es genügt, wenn der Ausstrich einige Stunden ja Tage nach der Entnahme des verdächtigen Materials vorgenommen wird, der Glasstab kann solange in einem sterilen Glasrohr durch einen Wattepfropf festgehalten aufbewahrt werden. In Holzhülsen lassen sich derartig entnommene Proben beliebig weit versenden.
3) Die isolierten Bakterien oder ev. ein kleines Stückchen Pseudomembran dienen zu einem Tierversuch an einem jungen Meerschweinchen von 300 gr, am besten ist Einimpfung in eine kleine Hauttasche. Bei Membranimpfung müssen nach 20^h Diphtheriebacillen im Oedem der Impfstelle vorhanden sein.

Die Pseudodiphtheriebacillen der Autoren.

Während viele Autoren in den morphologisch dem D.-B. ähnlichen, nicht virulenten, oft etwas üppiger auf den Nährböden wachsenden Arten nur einen nichtvirulenten Diphtheriebacillus sehen z. B. Roux und Yersin (A. P.IV.409), C. Fränkel (C. B. XIV 364), J. Ritter (C. B. XVI. 523), beharren andere — in neuester Zeit namentlich Escherich, Aetiol. u. Pathogenese der epid. Diphth., Wien 1894, dabei, dass man doch zwischen schwach, resp. gar nicht virulenten D.-B. und den Pseudo-D.-B. unterscheiden müsse, der durch morphologische Merkmale genügend charakterisiert sei. Escherich's sorgfältige Angaben liegen dem folgenden kurzen Auszug zu Grunde.

Corynebacterium pseudodiphtheriticum. (Löffler.) L. et N.

Bacillus der Pseudodiphtherie Löffler. Von v. Hofmann-Wellenhof 1887 entdeckt.

B. auf Serum kürzer, dicker, zeigt weniger oft Keulenformen und Scheibenbildung und ist ganz avirulent für Meerschweinchen. Auf Glycerin-Agar wächst es nach Escherich nicht nur im Impfstrich, sondern breitet sich in 3—4 Tagen auf die Agaroberfläche aus, milchweiss saftig, Rand leicht gekerbt. Alte Agarröhren zeigen oft eine braunrote bis braunschwarze Verfärbung — die Erscheinung ist inkonstant, niemals aber beim D.-B. ähnlich vorhanden. Auf Gelatine üppiges Wachstum schon bei 18°. Bouillontrübung rascher, dichter und später absetzend als beim D.-B.

Grossen Wert legt Escherich mit Zarniko darauf, dass der D.-B. vom 2. Tage ab, Abnahme der Alkalescenz der Bouillon bedingt, die am 4. Tag ihr Max. erreicht. Langsam nimmt hierauf die Alkalescenz wieder zu. Beim Pseudo D.-B. nimmt vom 2. bis 3. Tag die Alkalescenz merklich zu. Es würde sich dies einfach durch stärkere Wachstumsenergie des Pseudo D.-B. erklären, der rascher zuerst den Zucker unter Säurebildung zersetzt und nachher intensiver Alkali bildet.

In Graz fand ihn v. Hofmann so häufig (26mal bei 45 Gesunden) in der Mundhöhle, dass er ihn als normalen Mundbewohner ansah. Andere Autoren fanden ihn viel seltener, Escherich fand ihn ebenfalls in Graz bei Gesunden nie, bei 100 D. Kranken 2mal und bei 30 anderen Halskranken zusammen nur 10mal. — Escherich gibt die Möglichkeit zu, dass dieser Organismus einmal doch als Form oder Abkömmling des D.-B. erkannt werde, doch gelang es auf die verschiedensten Weisen nicht, ihn virulent zu machen, auch nicht durch gleichzeitige Injektion von Streptokokken.

Bacillus xerosis. (Neisser u. Kuschbert.)

Eine Zeit lang für die Ursache der Xerosis (C. B. I. 178) gehalten, jetzt nur als ein harmloser, häufiger Bewohner gesunder

und kranker Konjunktivalsäcke angesehen, scheint nach Escherich's Zusammenstellungen bald identisch mit avirulenten D.-B., bald mit Pseudo D.-B. — C. Fränkel hielt die von ihm mit Uhthoff häufig aus dem Konjunktivalsack gezüchtetem D. ähnlichen Stäbchen direkt für schwachvirulente D.-B., gibt aber auch keine Beschreibung. (Berl. Kl. W. 1893.) Ebenso fasst ihn Schanz (C. B. XVII. 260) auf.

Ausserdem sind D.-B. ähnliche Arten noch da und dort im Sekret von Geschwüren (Neisser), bei Dysenterie (Kruse u. Pasquale) gefunden, aber unbenannt und ungenügend beschrieben. In diese Verwandtschaft gehört wohl auch:

Bacillus pseudotuberculosis ovis.[1] (Preiss.)

Die Stäbchen sind kleiner und feiner als D.-B., gut färbbar nach Gram. Wächst nur bei Bruttemperatur und selbst auf Agar und Serum nur kümmerlich und trocken, auf Rinderserum oft auffallend orangegelb. — Aus einer Schafniere stammend, macht bei Kaninchen und Meerschweinchen intravenös injiziert, Pseudo-Tuberkulose (A. de l' J. P. 1894).

Bacillus pseudotuberculosis murium.[1] (Kutscher.)

Dem vorigen in vielen Punkten ähnlich, nur für Mäuse pathogen. Stammt aus der Lunge einer kranken Maus. (Z. H. XVIII.)

---

[1]) Total verschieden von diesen Organismen ist der Erreger der Pseudotuberkulose der Nagetiere, der als **Bacterium pseudotuberculosis rodentium** (Preiss) (Lehm. et Neum.) bezeichnet wurde. Es ist oben zu erwähnen vergessen worden. Es ist ein bewegliches Kurzstäbchen, in Kulturen zu Stäbchenketten angeordnet. Charakteristisch soll sein, dass die Glieder der Ketten geblähte Involutionsformen bilden. Unfärbbar nach Gram, schwer darstellbar im Schnitt. Auf Gelatine und Agar etwa wie Bact. coli, starke Bildung von Krystallen, Bouillon ohne Häutchen, zeigt Flocken, die sich später absetzen. Kartoffelwachstum gelblichweiss, kümmerlich. Agarkulturen sollen einen charakteristischen, unangenehmen Geruch haben. Ueber das Verhalten zu Zucker und Milch ist nichts bekannt (ebensowenig über Geisseln, Indolbildung etc.). — Die Art ist identisch von Nocard, Charrin et Roger, Dor, A. Pfeiffer, Zagari und Parietti und anderen isoliert und von Preiss (A. P. VIII. 231) abgebildet. Daselbst die Litteratur. — Der Organismus bringt besonders bei Nagetieren (Kaninchen, Meerschwein), aber auch gelegentlich bei anderen Tieren Veränderungen hervor, die makroskopisch von tuberkulösen nicht zu unterscheiden sind, mikroskopisch (Ausstrich) und kulturell ist der Organismus leicht nachweisbar, öfters auch im Blut.

2. Mycobacterium Lehm. et Neum.

Kulturen auf festem Nährboden erhaben, mehr oder weniger faltig und trocken. Mikroskopisch dünne, schlanke Stäbchen häufig mit typischer dichotomer Verzweigung, zuweilen unverzweigte oder verzweigte Fäden bildend. Die mit heissem Karbolfuchsin gefärbten Stäbchen geben den Farbstoff an Säuren sehr schwer ab, sie verhalten sich gegen Farben etwa wie die Sporen der gewöhnlichen Spaltpilze.

Mycobacterium tuberculosis (R. Koch) Lehm. et Neum.
Tab. 48.

Synonyme: Bacillus tuberculosis R. Koch. — Bacillus Kochii Aut. nonnull.

Trivialname: Tuberkelbacillus.[1])

Wichtigste Litteratur: R. Koch. Mitt. aus d. Gesundheitsamt. II. 1884. Nocard u. Roux (A. P. I. 19). Czaplewsky: Untersuchung des Auswurfs auf Tuberkelbacillen Jena 1891. Fischel: Morphol. u. Biologie des Tuberkuloseerregers Wien 1893, Coppen Jones C. B. XVII. 1, Hayo Bruns C. B. XVII. 817.

Mikroskopisches Aussehen: Im Auswurf und in Kulturen meist unverzweigte schlanke 1,5—4 μ lange, nur 0,4 μ dicke Stäbchen, die häufig eine leichte Krümmung zeigen [48. VII. IX. X]. Zuweilen sind die Stäbchen von hellen, rundlichen Lücken unterbrochen, die früher für Sporen gehalten wurden und jetzt als Vakuolen anzusehen sind.

In neuerer Zeit ist von vielen Autoren im Sputum wie in Kulturen das Vorkommen, ja in letzteren bei vorsichtiger Präparation das Vorherrschen von fadenförmigen und echt verzweigten Formen beobachtet, die nur bei der groben Praepraration leicht notleiden und zerbrechen. (Litteratur, Geschichte und gute Abbildungen bei Coppen Jones l. c.) Lange Fäden ohne Verzweigung erhielt Lubinski auf sauren Kartoffeln (C. B. XVIII).

[1]) Wir gebrauchen im folgenden den eingebürgerten Trivialnamen Tuberkelbacillus (T. B.) mit Bewusstsein weiter, trotzdem wir die Weiterverwendung des wissenschaftlichen Namens Bacillus tuberculosis Koch nicht mehr richtig finden.

Im Inneren der Tuberkelbacillen aus Sputum und Reinkultur sind teils unfärbbare Vacuolen, teils eigentümliche Gebilde gefunden, die mit Carbolfuchsin eine besonders intensive schwarzrote Farbe geben. Doch zeigen letztere Körper nicht die regelmässigen Formen der eigentlichen Bacillensporen, auch über Resistenz und Auskeimung liegen keine Angaben vor. Coppen Jones vergleicht sie mit den Chlamydosporen der Mucorineen.

In der gleichen Arbeit beschreibt derselbe Autor sehr merkwürdige den Actinomyces-Keulen ähnliche Gebilde aus tuberkulösem Sputum, die er aber als nicht organisierte, nicht vom T. B. direkt gebildete Formen, sondern (wie die Actinomyces-Keulen) eher als Ausscheidungen, Konkremente u. dergl. auffasst.

Sauerstoffbedürfnis: Lebhaft, ohne Sauerstoff kein Wachstum.

Ansprüche an Temperatur und Reaktion der Nährböden: Das Wachstum findet zwischen 29° und 42° statt, Optimum bei 37°, unter allen Umständen ist das Wachstum langsam.

Färbbarkeit: Der T. B färbt sich so schwer und unvollkommen mit den gewöhnlichen wässerigen Anilinfarbenlösungen, dass man diese Methode nie verwendet. Auch die von Koch angegebene Färbung mit alkal. Methylenblau hat nur noch historische Bedeutung.

Heute werden fast nur noch 2 Methoden (Techn. Anhang) allerdings mit zahllosen (geringfügigen) Modifikationen geübt, von denen wir stets die nach Ziehl-Neelsen verwenden.

Auch die Gram'sche Färbung gelingt, ist aber nicht besonders zu empfehlen, da sie nicht den Vorteil der specifischen Reaktion besitzt.

Vorbemerkung über Kulturen: Auf den gewöhnlichen Agar- und Gelatinenährböden wächst der T. B.

---

[1]) Ueber Pseudotuberkulose vergl. pag. 362 über Bacillus pseudotuberculosis rodentium, B. pseudotuberculosis ovis und B. pseudotuberculosis murium. Die Pseudotuberculosis aspergillina (durch den Schimmelpilz Aspergillus fumigatus) fällt aus dem Rahmen dieses Buches. Pseudotuberculosis cladothrichica vergl. pag. 388.

kümmerlich oder gar nicht, zur Kultivierung findet neben erstarrtem Blutserum, jetzt fast ausschliesslich Glycerinagar Verwendung. (Nocard und Roux C. B. I. 404.)

Glycerinagarplatte: Aufliegende Kolonien ebenso wie die Kolonien auf Glycerinagarstrich.

Glycerinagarstrichkultur: Anfangs kleine, krümelige Auflagerungen, unregelmässig geformt, weiss bis gelblichweiss, ziemlich erhaben, glanzlos oder mattglänzend [48, I]. Später nach 3—4 Wochen wächst die Kolonie lappig buchtig aus. Die Randpartien sind jetzt dünn durchscheinend, und es bilden sich in Abständen vom Rand nach dem Innern verlaufend, bergrückenartige Erhebungen, welche gleichsam zu einem massigen Gebirgsstock im Mittelpunkt zusammen führen. Die Erhebungen sind meist gelblich bis bräunlich gefärbt. Die Einsenkungen weisslich bis graugelb. Noch später verfärbt sich die ganze Kolonie bräunlich [48. II].

Kitasato besass eine üppig feucht wachsende Rasse von Myc. tuberculosis (vergleiche p. 370 Myc. tub. avium).

Blutserumstrichkultur: Nach ca. 6 Tagen ist mikroskopisch, nach 10—14 Tagen makroskopisch geringes Wachstum zu konstatieren, in Form von hellfarbigen, trockenen, krümeligen Schüppchen. Niemals wird Blutserum verflüssigt. Bei $\frac{60}{1}$ stellen die Kulturen namentlich am Rande Züge von S-Form dar, aus lauter parallel geordneten Stäbchen bestehend. [48. V.]

Kartoffel: Wird eine K. luftdicht (d. h. vor Verdunsten geschützt) in ein Reagensglas eingeschlossen, so entwickeln sich langsam kleine krümelige, gelbliche Bröckelchen, nicht zusammenhängend, stark über der Kartoffeloberfläche erhaben, matt oder schwach glänzend [48. III]. Nach c. 3 Wochen ist die Kultur gut entwickelt. (Vgl. Pawlowsky C. B. IV. 340). Besser ist das Wachstum, wenn Luft zutreten kann und anderweitig vorgesorgt ist, dass die Kartoffel nicht eintrocknet.

Flüssige Nährböden: Giebt man den T. B. Glycerin (zu etwa 4%) unter ihre Nährflüssigkeiten, so wachsen sie auf sehr verschiedenen Mischungen z. B. auf Bouillon, Kartoffelwasser, aber auch auf künstlichen eiweissfreien Nährböden recht gut. Als Beispiel eines solchen sei erwähnt: Mannit 0,6; citronensaure Magnesia 0,25; schwefelsaures Ammoniak 0,2; Glycerin 1,5; Trikaliumphosphat 0,5. Vgl. Proskauer und Beck (C. B. XVI. p. 974).
Auf allen flüssigen Nährböden bildet der T. B. eine dicke Haut.

Bildung endogener Sporen fehlt, ob eine Art Arthosporenbildung anzunehmen sei, ist mindestens sehr zweifelhaft. (Vgl. pag. 364.)

Widerstandsfähigkeit gegen:

a) Licht: Reinkulturen sind gegen direktes Sonnenlicht sehr empfindlich; auch helles diffuses Tageslicht schädigt (nach Koch Absterben der Kulturen in 5—7 Tagen am Fenster).

b) Austrocknen: Nach Sawitzky (C. f. B. XI. 153) behält menschliches phthisisches Sputum bei Zimmertemperatur getrocknet 2½ Monate seine Virulenz — auch Sonnenlicht stört hier nicht. — Mignesco fand schon nach 24—30^h Absterben, wenn die angetrocknete Sputumschicht nicht zu dick. (A. H. XXV. 361.)

c) Feuchte Hitze: 50^0 töten noch nicht nach 12^h, 60^0 in 45—60 Min., 70^0 in 5—10 Min. (Forster).

d) Kälte: Wird sehr gut vertragen, z. B. von Bouillonkulturen die strenge Winterkälte 21 Tage.

e) Desinfektionsmittel: Schädigen langsam, namentlich T. B. die sich im Auswurf befinden. 3% Karbolsäure tötet z. B. erst in 20^h.

Chemische Leistungen: Noch wenig studiert.

a) Bildung von Farbstoffen und Geruchsstoffen fehlt.

b) Cellulose wird im Unterschied von den sonst untersuchten Bacillen gebildet.

c) Indol und Schwefelwassersoffbildung war in unseren Kulturen nicht zu beobachten.

d) Aus der Leibessubstanz des T. B. in Kulturen auf Glycerinbouillon wird durch Kochen ein durch Alkohol fällbarer Eiweisskörper „Tuberkulin“ gewonnen, der Tuberkulösen eingespritzt (Koch), den tuberkulösen Prozess eigentümlich beeinflusst. Sehr schwache Dosen rufen eine mässige Entzündungsverstärkung unter Fieber im Gebiet der tuberkulösen Erkrankung vor, während Gesunde weder fiebern noch merkliche Lokalsymptome zeigen. Wie Buchner und Römer zeigten, besitzen die Proteïne anderer Bakterien ganz ähnliche Einwirkung auf Tuberkulöse. Als Heilmittel spielt Tuberkulin keine grosse Rolle mehr, wohl aber als Hilfsmittel für die Tuberkulosediagnose. Vergl. Uebersichtsreferat von Eber C. B. XI. N. 11—12.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Bisher nur in Wohnräumen — (Staub der Eisenbahnwaggons, Strassenstaub etc.) an Stellen, wo Tuberkulöse ihren Auswurf entleert haben. Sehr selten und vereinzelt in der Luft gefunden.

In Milch sehr häufig, $^1/_3$ der tub. Kühe liefert auch bei Gesundheit des Euters T. B. haltige Milch. Roth fand unter 20 Butterproben in Zürich 2 Tuberkelbacillen haltig.

b) Im gesunden Organismus: Sehr viele scheinbar gesunde Individuen, Menschen wie Tiere (Rinder) zeigen bei der Sektion kleinere oder grössere, oft vollkommen ausgeheilte tub. Herde. Beim Menschen sollen mehr als 60 % latente oder ausgeheilte tuberkulöse Herde besitzen. Gesunde Wärter und Aerzte von Tuberkulösen zeigen angeblich häufig im Nasenschleim T.B.

c) Im kranken Menschen[1]): Als alleinige und ausreichende Ursache der Miliartuberkulose,

---

[1]) Ueber Fälle von Erkrankung des Menschen an Hühnertuberkulose vgl. pag. 371 und 372.

Knochen-, Drüsen- uud Gelenktuberkulose (Caries, fungöse Entzündungen, Tumor albus etc.), des Lupus (Hauttuberkulose), der Darm-, Peritoneal-, Nieren- und Meningealtuberkulose, der Pleuritis sicca et serosa u. s. f. Es können alle Organe tuberkulös erkranken.

Eine Reihe tuberkulöser Lungenaffektionen ist durch den Tub. B. allein bedingt, bei der Phthise spielen Streptokokken eine sehr wichtige Hilfsrolle als Erreger der typischen zackigen Fieberkurve und als Zerstörer des Lungengewebes unter Eiterung. „Leichentuberkel" sind selten durch den T. B. bedingt.

Eintrittspforte des T. B. kann jede Körperstelle (Lunge, Darm, Haut, Hautwunden) sein, besonders häufig sollen es die Tonsillen sein.

Tuberkulöse Mütter liefern zuweilen tuberkulöse Eier, resp. tub. Föten (ev. auch durch Placentartuberkulose); tub. Väter übertragen selbst bei Hodentuberkulose kaum je T. B. auf das Ei gesunder Mütter, wohl aber tuberkulöse Disposition. (Gärtner Z. H. XIII. 110), dort auch viele Litteraturangaben.

d) B e i T i e r e n : Sehr häufig tuberkulös ist das Rind. (Perlsucht). Bei neugeborenen Kälbern ist T. (stets Miliartuberkulose) eine Seltenheit, bei geschlachteten Rindern hat man bis 35 % tuberkulös gefunden.

Stellenweise kommt auch beim Schweine Tub. häufig vor (Danzig Schlachthof 11%); Schafe und Ziegen, Pferde, Hunde und Katzen sind, obwohl relativ selten, doch zuweilen sehr hochgradig tuberkulös, Kaninchen und Meerschweinchen ziemlich häufig.

Experimentelle Erfahrungen über Pathogenese:

a) a m T i e r : Sehr leicht sind durch T. B. vom Menschen zu infizieren: Rinder, Schweine, Pferde, Kaninchen und besonders Affen und Meerschweinchen, namentlich intravenös auch leicht Hunde. Immun sind: Vögel, beim Huhn entsteht höchstens bei Kammimpfung ein kleiner lokaler Herd.

---

[1]) Scheinbar bakterienfreie Pleuraexsudate sind fast stets tuberkulöser Natur.

Jede Art der Einführung (auch Inhalation und Fütterung), am sichersten aber die intraperitoneale führt zur Infektion. An der Infektionsstelle bildet sich ein Käseherd, in der Umgebung (Netz, Peritoneum) eine akute Miliartuberkulose. — Durch Jodoform abgeschwächte Tuberkelbacillen bringen teils das Bild der chronischen menschlichen Phthise, teils das der typischen Perlsucht am Kaninchen hervor. (Troje und Tangl). (C. B. XI. 613.)

Bei intravenöser Infektion entsteht eine allgemeine Miliarinfektion.

b) am Menschen: Experimentelle Erfahrungen fehlen, von den klinischen haben einige Erkrankungen nach Infizierung einer Hautwunde mit Sputum (Verletzung an zerbrochenem Spuckglas) experimentelle Beweiskraft.

Verwandte Arten: Mycob. Leprae (Differentialdiagnose pag. 373), „Smegmabacillus" (vgl. pag. 374).

Specielle Methoden zum Nachweis und der Kultur des T. B.

Nachweismethoden:

a) durch Färbung. Dieselbe reicht aus, wenn die T. B. nicht gar zu spärlich vorhanden sind, keine Differentialdiagnose von Lepra verlang wird, und es sich nicht um den Entscheid handelt, ob die B. lebend oder tot sind.

α) im Sputum. Man sucht Sputum möglichst frei von Speisen und Mundsekret zu erhalten, der Auswurf wird am besten in einer sterilis. Schale gesammelt, nachdem vorher die Mundhöhle mit Wasser gut ausgespült. Dem Sputum entnimmt man die mehr eitrigen (nicht schleimigen) klumpigen Partien, breitet diese auf dem Objektträger aus und färbt. Vergl. Tech. Anhang.

Findet man in einigen Präparaten keine B., obwohl T. Verdacht vorliegt, so sucht man event. vereinzelte Keime nach Tech. Anhang.

β) in Organen. Ausstrich oder Schnittpräparate.

b) durch Tierversuch. Genügt es oder ge-

lingt es nicht, durch Färbung die Anwesenheit von T. B. zu erbringen, so hilft oft das Tierexperiment. (Intraperitoneale Impfung mehrerer Meerschweinchen). Sektion nach 4—6 Wochen. Es lassen sich so noch ganz vereinzelte lebendige T. B. nachweisen, namentlich auch in Medien, in denen eine Färbung schwer möglich ist. (Staub, Kleiderfetzen, sehr tuberkelbacillenarme Tierorgane, Milch, Butter).

c) durch Kultur. Kulturen von T. B. gelingen ziemlich leicht bei reinem Ausgangsmaterial (Frische Miliartuberkel, nicht verkäste Lymphdrüsen), sehr schwer aus Sputum. Am besten ist es, eitrige Teile eines möglichst rein aufgefangenen Sputums aussen mehrfach in sterilem Wasser abzuspülen, in Bouillon zu zerreiben und dünne Gelatineplatten damit zu giessen. Die Stellen, die steril bleiben, schneidet man aus und bringt sie auf Glycerinagar gut verschlossen in den Brutschrank. Eine Reihe der so beschickten Röhrchen liefert T. B. Reinkulturen. (Kitasato C. B. XI. 449). Das Verfahren scheint noch nicht oft nachgemacht.

Mycobacterium tuberculosis avium (Maffucci).[1] Lehm. et Neum.

Synonyme: Bacillus tuberculosis avium Maffucci.
Trivialname: Hühnertuberkulosebacillus.
Wichtigste Litteratur: Maffucci (Z. H. XI). Strauss und Gamaleïa (C. B. X. 300). Courmont (C. B. XIV. 602), Kruse (C. B. XV. 501), Pfander (Histologisches, C. B. XII. 264), Fischel (Untersuchungen über die Morph. und Biol. des T. Erregers. Wien 1893).

Sehr nahe mit dem menschlichen Tuberkelbacillus verwandt ist der, von R. Koch anfangs für identisch damit gehaltene Erreger der Vogeltuberkulose. Ob zwei verschiedene Species oder nur zwei durch Bindeglieder ver-

[1]) Ueber einige Erreger von Tierkrankheiten, die man nach ihrer anatomischen Erscheinungsform als Pseudotuberkulose bezeichnet hat, vergl. pag. 362.

knüpfte Formen einer Species vorliegen, ist heute noch nicht absolut sicher zu sagen. Wir haben keine eigenen Erfahrungen.

Folgende Daten bringen die Differentialdiagnose gegen das Myc. tuberculosis:

Mikroskopisches Aussehen: Wie T. B., zuweilen etwas länger und schlanker. Färbbarkeit gleich.

Ansprüche an Nährböden: Wächst nicht auf der Kartoffel, sonst wie der T. B.

Ansprüche an Temperatur: Grenzen 35—45°. Zum Unterschied vom T. B. wächst er sehr gut und ohne Virulenzschwächung bei 43° (Strauss und Gamaleïa) — der T. B. gedeiht überhaupt nicht über 42°.

Serum und Agarkulturen: Sind stets weicher, saftiger, üppiger, mehr in die Fläche entwickelt. Kruse hat aber auch eine trockne Kultur beobachtet, ebenso einige Kulturen, die auf gewissen Agarsorten rötlich-schwärzlich violette Farbe annahmen.

Flüssige Nährböden: Das Häutchen ist weniger fest als beim T. B.

Kulturen: 2 Jahre lebensfähig.

Pathogen: Für Geflügel[1]) auf jedem Wege ausser der Verfütterung, namentlich Leber und Milz befallen. Auch Hühnerembryonen im bebrüteten Ei sind infizierbar. Der Verlauf ist sehr chronisch, Riesenzellen sind selten, Bacillen sehr reichlich vorhanden.

Immun ist gegen Hühnertuberkulose der Hund, der Affe und das Meerschweinchen — letzteres Tier geht aber nach der Infektion allmählich marastisch (chronisch vergiftet) zu Grunde. Kaninchen sind selten empfänglich.

Im teilweisen Widerspruch steht zu dem Gesagten, dass Kruse und Pansini aus einem Meerschweinchen, das mit Saft aus perlsüchtigen Rindsorganen geimpft worden war und aus einem andern, das durch menschliches

---

[1]) Die sehr häufige Papageituberkulose soll meist vom echten T. B. hervorgerufen sein, die Tiere werden, indem tuberkulöse Menschen ihnen mit dem Mund Futter reichen, angesteckt.

Sputum infiziert war, typische Hühnertuberkulose züchteten, die pathogen für Hühner war.

Durch längere Kultur auf künstlichem Nährboden und bei gewöhnlicher Bruttemperatur soll der B. der Geflügeltuberkulose auch für Säugetiere pathogen werden. (Courmont C. B. XIV. 602). Fischel (C. B. XIV. 632.) fand Uebergänge zwischen beiden Krankheiten.

Mycobacterium leprae. Armauer Hansen. (Lehm et Neum.)

Tab. 63. I—III.

Trivialname: Leprabacillus.

Hauptlitteratur: Max Wolters: Der Bacillus Leprae. (C. B. XIII. 469.) Kritisches Referat über die gesamte Bakteriologie der L. mit grossem Litteraturverzeichnis. — Neue Literatur bei Finger in: Ergebn. der all. Aetiologie 1896.

Die Darstellung unserer bakteriologischen Kenntnisse vom Myc. leprae ist eine undankbare Arbeit. Es steht ausserordentlich wenig absolut fest, über sehr viele Fragen herrscht unter den relativ wenigen Autoren, die Gelegenheit zu eingehenderen Studien hatten, unentschiedener Streit. Wir haben nur sehr wenig eigene Erfahrung und müssen uns auf Wiedergabe der Hauptpunkte der Differenzen beschränken. Näheres siehe bei Wolters.

Es ist seit Armauer Hansen (Virch. Archiv LXXIV) und Neisser (l. c. LXXXIV) unzweifelhaft, dass ein dem Tuberkelbacillus sehr nahestehender, unbeweglicher Pilz die Ursache der Lepra ist. Dieser Organismus, der oft etwas kürzer als der T. B. ist, findet sich in den „Lepromen", den specifischen Lepraneubildungen (Knoten und Knötchen), in den verschiedensten Organen des Kranken oft massenhaft vor. Nach den meisten Autoren liegen die klumpenförmig angeordneten, parallelgereihten B. dabei in besonderen „Leprazellen", einige Autoren (z. B. Unna) halten allerdings dieselben nur für Konglomerate von Schleim, Bakterien, nackten Kernen u. s. f. und behaupten eine extracelluläre Lagerung.

Durch Farbenreaktionen sind L. B. nicht von T. B. mit Sicherheit zu unterscheiden — sie geben die

Koch-Ehrlich'sche Färbung genau so gut wie der T. B., wie dieser sind sie auch nach Gram und bei genügender Einwirkung mit wässerigen Anilinfarbstoffen zu färben.

Ein Unterschied soll darin liegen, dass die L. B. schon in 6—7 Minuten in wässeriger Fuchsinlösung soweit gefärbt sind, dass durch Abspülen mit Wasser gute Präparate erhalten werden, die T. B. nicht; während umgekehrt alkalisches Methylenblau rascher T. B. als L. B. färbt. Vgl. hierüber die Controversen von Baumgarten und Wesener (C. B. I. 450, 573, II. 131. 291.)

Doch sind alle Autoren jetzt wohl darin einig, dass zur Differentialdiagnose die Farbenreaktion nicht viel beitragen kann, ebensowenig wie die Form der Bacillen — was schon daraus hervorgeht, dass die Abgrenzung der leprösen und tuberkulösen Affektionen in der Leiche oft nicht möglich scheint, resp. von Verschiedenen verschieden gemacht wird. Da nach Hansen und Looft (Bibl. med. 1894) bei 40 % der Leprösen Tuberkulose die Todesursache ist, so ist diese Unsicherheit sehr schlimm.

In Kulturen wächst das Myc. leprae bisher nicht — fast alle Kulturversuche sind als gescheitert zu bezeichnen. Die wenigen positiven Ergebnisse z. B. von Bordoni-Uffreduzzi (Z. H. III. 178 mit Tafel), Ducrey (C. B. XIII. 627), Campana (C. B. XVI. 375) stehen z. T. unter sich im Widerspruch. So erhielten z. B. die beiden letztgenannten Autoren ihre Kulturen anaërob, der erstere aërob. Viele Autoren halten die Mehrzahl der durch Färbung darstellbaren Leprabacillen für tot.

Tierversuche sollen einigen Autoren geglückt sein (vgl. Wolters), keiner erzielte aber typische lepröse Veränderungen an den Tieren. Die grosse Mehrzahl der Autoren beobachtete ein rasches Absterben der eingebrachten Bacillen und hält die positiven Resultate der anderen für Tuberkuloseinfektion.

Zur Differentialdiagnose der Lepra- von Tuberkelbacillen ist also zur Zeit nur zu verwenden:

1) Die Anordnung der Bacillen: Bei Tuberkulose mehr zerstreut oder in kleinen Gruppen

in Riesenzellen, bei Lepra in einzelnen Klumpen und Haufen.

2) Der Sitz der Affektion: Es ist zum mindesten noch streitig, ob überhaupt lepröse Affektionen an Lungen, Darm, Knochen und Nieren, resp. den zugehörigen Lymphdrüsen vorkommen (Hansen und Looft verneinen es).

3) Histologische Details: Das Leprom enthält wohl mehrkernige Zellen, aber keine typischen Riesenzellen mit randständigen Kernen, stets Gefässe, verkäst nie; der Tuberkel enthält Riesenzellen, keine Gefässe und verkäst meist. (Hansen und Looft).

4) Das Ausbleiben rascher positiver Impferfolge bei Meerschweinchen und Kaninchen: Tuberkulöse Impfung erzeugt in 4 bis 6 Wochen typische Affektionen; Lepra scheint, wenn überhaupt, nur nach jahrelanger Inkubation auf den Menschen überimpfbar zu sein und auf Tiere überhaupt nicht.

Anhang zum Genus Mycobacterium.

„Smegmabacillus".

Noch nicht kultiviert und scheinbar ohne jede pathologische Bedeutung sind die im Smegma praeputii et clitoridis gefundenen morphologisch und tinktoriell den Tuberkelbacillen höchst ähnlichen von Tavel (C. f. B. I. 673) und Matterstock (Mit. a. med. Klinik Würzburg Bd. II) näher untersuchten Mikroorganismen. Verzweigungen sind noch nicht beobachtet.

Mit Karbolfuchsin gefärbt, geben sie allerdings auch ohne Säureeinwirkung ihre Farbe ziemlich leicht an Alkohol ab, bei Säureeinwirkung verlieren sie ihre Farbe sehr viel rascher als die T. B. — Im Harn können S. B. zur Vortäuschung einer Urogenitaltuberkulose führen.

Nach einer während der Korrektur erschienenen Arbeit von Grethe (Fortsch. d. Med. 1896 N. 9) wäre

zur Differentialdiagnose eine Methode von Weichselbaum besonders empfehlenswert. Man färbt mit Karbolfuchsin in der Hitze, jetzt färben sich T. B. und Smegmabacillen rot; lässt man nun gesättigte alkoholische Methylenblaulösung (wie lange ist nicht gesagt) einwirken, so werden allmählich selbst in den dicksten Stellen des Präparates die Smegmabacillen blau, die T. B. bleiben rot.

„Syphilisbacillus."

Dieses durch eine besondere Färbemethode von Lustgarten sowohl in syphil. Primäraffekten als in Gummata innerer Organe gefundene tuberkelbacillenartige Stäbchen scheint in den Primäraffekten identisch mit dem Smegmabacillus gewesen zu sein, in den inneren Organen dürfte es sich um Tuberkelbacillen gehandelt haben. Kein Bakteriologe glaubt heute mehr an L's Bacillus resp. an dessen Zusammenhang mit der Syphilis. Vgl. Bender (C. B. I. 327). Markuse (C. B. IV. 328). Czaplewski Unters. des Auswurfes auf Tub. Bacillen 1893 p. 89.

3. **Oospora** Wallroth.

Kulturen auf festen Nährböden erhaben, derb, mehr oder weniger faltig, oft knorpelig. Mikroskopisch lange, dünne, gestreckte Mycelfäden oft ohne Scheidewände, ohne entwickelte Scheide, mit echter dichotomer Verzweigung. Manche Species schnüren an den Lufthyphen, die weisslich schimmelartig über den festen Nährboden und den kompakten Kulturrasen emporragen, Reihen kurzer Sporen ab (Conidien), bei anderen wird das Entstehen sporenartiger Gebilde im Inneren der Fäden beschrieben, was wir nie deutlich sahen. Nicht färbbar nach der Methode der Tuberkelbacillenfärbung, aber durchweg nach Gram. [1])

[1]) Ueber die Umgrenzung und Benennung dieses Genus vergleiche pag. 108 und Sauvageau und Radais (A. P. VI. 242 Sur le genre Oospora). — Für die Species sind ausserdem wichtig die Arbeiten von Almquist (Z. f. H. VIII. 1890), Gasperini (Annales de Micrographie Bd. II p. 449. 1890) und Annal. dell'Istit. d'Igiene di Roma. II. 1892 p. 166 (C. B. XV. 684), Rossi Doria (Annal. dell'Ist. d'Ig. di Roma. Bd. I 1892. 399).

Schlüssel der wichtigeren Arten der Gattung Oospora.

A. An den Enden der radiär angeordneten Mycelfäden finden sich im Tier, aber auch in älteren Kulturen kolbige Anschwellungen. (Actinomyces Harz.)

a) Kein Wachstum unter 22°, kein Kartoffelwachstum, kein Luftmycel, Kolbenbildung in künstl. Kulturen sehr leicht. Für Kaninchen pathogen.
Oospora Hofmanni. (Gruber.) S. et R.

b) Wächst auch bei Zimmertemperatur und auf Kartoffel. Erreger der Actinomycosis hominis et bovis.
Oospora bovis (Harz) Sauv. et Rad.

c) In Schweinemuskeln, bisher nicht kultiviert.
Oosp. musculorum suis. (Dunker.) Lehm. et Neum.

B. Keine Kolbenbildung an den Enden der Fäden.

a) Gelatine bleibt fest.

1) G. K. weisslich körnig kümmerlich. Pathogen für Rinder. **Oospora farcinica.** S. et R.

2) G. K. orange-rot. Luftmycel fehlend. Modergeruch. Pathogen für Kanichen und Mensch.
Oospora asteroides. (Epp.) S. et R.

3) G. K. rosa mit Luftmycel, nicht pathogen. Modergeruch. **Oospora carnea.** (Rossi Doria.) S. et R.

4) G. K. rot mit weissem Centrum. Kein Modergeruch.
Oospora madurae. (Vincent.)

b) Gelatine wird langsam oder rasch verflüssigt.

1) G. verfärbt sich braungelb bis braunschwarz.
Oospora chromogenes. (Gasp.) L. et N.

2) G. hell weinrot verfärbt. **Oospora violacea.** S. et F.

3) G. ungefärbt. **Oospora Doriae.** S. et R.

Oospora bovis (Harz) Sauv. et Radais.

Tab. 62.

Synonyme: Actinomyces bovis Harz, Act. bovis sulphureus Gasp. Nocardia Actinomyces de Toni e Trevisan, Streptothrix Actinomyces Rossi Doria.

Trivialname: Strahlenpilz, Actinomyces.

Litteratur: Israël (Virchows Archiv Bd. 74 und 78), Boström (Zieglers Beiträge Bd. IX. 1891). „Actinomykosis in Eulenburgs Realencyclopaedie B. I 1894 von Birch-Hirschfeld. — Grill (C. B. XVIII. 181.)

Mikroskopisches Aussehen: Im Körper des Menschen und der Tiere bildet der Organismus sandkornartige Drusen von 0,2—0,6, ja bis zu 1,2 mm,

von grauer, gelblicher, rötlicher, zuweilen auch grünlicher Farbe und in der Jugend weicher, derber Konsistenz. Die Drusen bestehen aus knäuelartigen Fäden, letztere sind an der Peripherie des Knäuels radiär angeordnet, und es sitzen ihnen eigentümliche kolbenartige Bildungen auf, die als Abkömmlinge der vergallerten Membran des Fadens aufzufassen sind (Boström). Die Fäden endigen in den Kolben frei oder mit leichter knopfförmiger Anschwellung (Fig. 23. a. b.) Die Fäden sind echt verzweigt, dünn, (0,4—0,6 μ), teils ohne Scheidewände, teils zeigen sie eine Zusammensetzung aus längeren und kürzeren Fadenstücken. Im Inneren der Drusen findet man zwischen den Fäden meist kokkenartige Gebilde, die durch häufige Querteilung des Inhalts der langen Fäden entstanden und später aus der leeren Scheide frei geworden sind (Fig. 23. c). Aeltere Kolben bekommen Kerbungen, Einrisse, so dass spargelkopfartige Gebilde entstehen können (Fig. 23 a). Häufig reichen verästelte Fadenzüge weit über die Kolbenzone hinaus (Fig. 23. d). Zuweilen fehlen die Kolben ganz. — Viele Actinomyces-Drusen, wie sie im Eiter ausgestossen werden, sind abgestorben.

In Kulturen erhält man leicht das verzweigte Mycel, [62. IX], die Kolben nur in den tiefsten Schichten des Nährbodens, die kugeligen „Sporen“ namentlich in den oberflächlichsten, weisslich trockenen Schichten der Kulturen. Sie können von hier durch Abklopfen gewonnen und zu neuen Kulturen verwendet werden. Unsere Resultate stimmen im wesentlichen ganz mit denen Boströms. M. Wolf und J. Israël fanden oft monatelang in A. K. nur Kurzstäbchen, zuweilen mit geringen knopfigen Endanschwellungen.

Färbbarkeit: Die Färbung der Pilzfäden, nicht der Kolben gelingt am besten nach Gram; mit Saffranin und diffusfärbendem Karmin lassen sich die Kolben rot färben.



Fig. a. Verschiedene Kolbenformen aus frischen Präparaten.

Fig. b. Kolben mit sporenhaltigen Fäden.

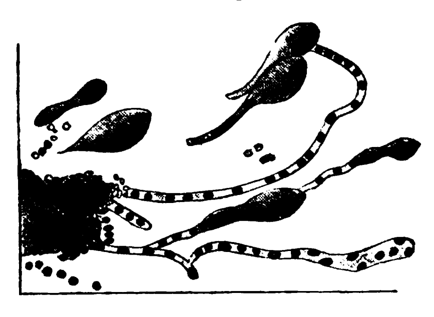


Fig. c. Sporenreihen und zoogloeaartige Sporenhaufen. Fäden mit Sporen und kolbenartigen Anschwellungen.

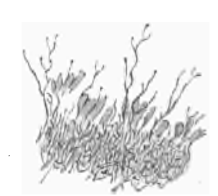


Fig. d. Keimlager mit, über die Kolben vorragenden Fäden.



Fig. e. Stück einer Druse mit Sporenhaufen im Innern.



Fig. f. Querschnitt durch $^1/_4$ einer vollentwickelten Druse.

Fig. 23 Kolbenbildung bei
Oospora bovis Sauv. et Rad. (**Actinomyces**).
Nach Boström.
Fig. a, b, c sind sehr stark (c. 1000--2000), Fig. d, e, f schwach vergrössert.

Sauerstoffbedürfnis: Wächst aërob und anaërob, aërob besser (Boström). Andere Forscher fanden aus dem Tier stammende K. besser anaërob gedeihend und erst allmähliche Anpassung an Aërobiose. Unsere Kulturen verhielten sich wie die Boström's.

Wachstumsintensität: Gering.

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Nach 6 T. sehr unregelmässig begrenzte, gelblichgraue, glänzende K., teils ziemlich über die Gelatineoberfläche vorragend, teils tief in dieselbe hineinwachsend. [62. IV].

b) 60fache Vergrösserung: Dunkelgelblichgraue, homogen schattierte, bisweilen mehr oder weniger deutliche konzentrische Ringe zeigende K. Randzone dunkel mit feinen, gekräuselten Härchen besetzt. [62. VII].

Gelatinestich: Oberflächenwachstum anfangs weisslichgelblich, flach erhaben, matt glänzend, ziemlich derb, später sinkt die Kolonie blasenförmig ein unter geringer Verflüssigung der G. Im Stich anfangs kleine gelblich-weisse Knöpfchen, die später borstig auswachsen. [62 III].

Agarplatte: Makroskopisch und mikroskopisch von G. P., kaum unterscheidbar, nur Farben matter.

Agarstrich: Anfangs zart, tautropfenartig, dann entwickelt sich langsam (nach 6—10 Tagen) eine weissliche bis weisslich-gelbe, scharf buchtig begrenzte, mattglänzende, ziemlich erhabene Kultur, die allmählich mit ihren erhabenen Wülsten und Leisten fast an eine Kultur von B. vulgatus auf Kartoffel erinnert. Nach sehr langer Zeit (30 T.) vertrocknet die K. allmählich, sinkt ein und verfärbt sich von weiss in gelb bis braun. Die Kultur scheint tiefer in den Nährboden zu wachsen und umgiebt sich häufig aussen mit einem zarteren Rand, der aber in unseren Kulturen keine Lufthyphen bildete, kein flaumiges Aussehen zeigte Das Kondenswasser bleibt klar.

Serumstrichkultur (nach Boström): Anfangs tautropfenartige Kolonien, die erst etwas breiter und dicker werden, dann von einzelnen Stellen ausgehend, einen weisslich sammtartig trockenen Ueberzug erhalten. Während sich die dem Serum zugekehrte Fläche der K. allmählich gelb-orange bis ziegelrot färbt und auch die älteren wulstigen Teile der Kultur diese Farbe annehmen, bildet sich ein zarter Saum durchscheinender flaumiger Härchen um die K. aus, in denen später aufs neue erst weissliche dann gelblich-rötliche Knöpfchen und Wülste entstehen.

Bouillonkultur: B. bleibt klar, am Boden bilden sich geballte Massen, die durch Schütteln schwer zerfallen. An der Oberfläche beobachteten wir nie,



Fig. 24. Bouillonkultur.

Affanassjew selten Kolonien. Mikroskopisch bestehen die geballten Massen aus Fadenknäueln mit radiärer Faserrichtung, selbst in alten Bouillonkulturen konnten wir keine Kolben sehen.

Milchkultur: Nach 8 Tagen unverändert.

Kartoffelkultur: Kümmerlich knolliger gelblich-weisser

Rasen, fest an der K. haftend, streng auf den Strich beschränkt, in dem oft einzelne Stellen deutlicher weiss oder gelb, nach Boström auch rötlich hervortreten. [62. VIII].

Besondere Nährböden: Nach Boström wächst der Pilz ähnlich wie in Bouillon auch auf eiweissfreien Nährlösungen, ja auf sterilisiertem Wasser. — Im Ei erhielten Wolff und Israël besonders gut dichotome Formen.

Bedingungen der Sporenbildung: In manchen Fäden (nicht nur, aber vorwiegend bei Luftzutritt) entstehen durch fortgesetzte Querteilung, kurze kokkenartige, rundlich ovale Gebilde, die selten in geschlossenen, meist in lückenhaften Reihen in der leeren, schliesslich zerreissenden Membran liegen — Vor dem Entlassen der Sporen ist das Fadenende zuweilen etwas aufgetrieben. Die „Sporen" färben sich wie das Protoplasma, nicht wie Bakterienendosporen. — Wir haben nichts von diesen Gebilden in jungen, sowohl wie in alten K. gesehen, obwohl wir uns viele Mühe gaben. (Fig. 23 c).

Lebensdauer und Widerstandsfähigkeit: Noch sehr alte Kulturen (9 Monate) sind lebensfähig.

Die Chemischen Leistungen sind kaum erforscht. Geruch sehr schwach, unangenehm, aber nicht moderig. Aus Traubenzucker wird weder Gas noch Säure binnen 8 Tagen gebildet. — Kein H_2S auf 2% Peptonbouillon.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: Nicht gefunden, muss aber an den Spelzen der Getreidearten und wilden Gräser häufig vorkommen, da die häufigste Infektion auf dem Eindringen einer pilzbeladenen Gerstenspelze beruht, welche sich nachträglich in der actinomycotischen Geschwulst oft findet (Boström).

b) Im gesunden Organismus: Nie gefunden.

c) Im kranken Menschen: Als Erreger der Actinomykose. Haupteintrittspforten: 1) Mund-

und Rachenschleimhaut, 2) Respirationstractus, 3) Darm, 4) Haut. — Fast stets sind Grannen und andere Getreideteile das Vehikel, seltener Holz. Von den primären Herden wird der Pilz durch Wanderzellen und Emboli in alle Körpergegenden verschleppt. — Die Krankheit erzeugt beim Menschen weiches, nicht abgekapseltes, zum Zerfall neigendes Granulationsgewebe, mit Neigung zu langsamer aber weiter Verbreitung auf das umliegende Gewebe (Chronische Phlegmone); Fistelbildungen begünstigen die Weiterverbreitung. Seltener sind abgeschlossenere Tumoren wie beim Rind. — Im actinomycotischen Eiter finden sich die Actinomyces-Drusen. (Vgl. unter mikr. Befund).

1892 waren schon 421 Fälle vom Menschen bekannt. In neuerer Zeit ist A. auch in Amerika beobachtet.

d) Bei Tieren: Besonders beim Rind (selten Schwein, Hund und Pferd). Das Vorkommen ist meist ziemlich selten (1 : 10000 — 1 : 3000), zuweilen epidemisch, Lokalisation ähnlich wie beim Menschen. Am häufigsten ist der Sitz im Mark des Unter- oder Oberkiefers, das Mark ist dann von weichem Granulationsgewebe und derberen Bindegewebsmassen durchzogen, die Markhöhle vergrössert, vom Periost aus wird neuer Knochen gebildet (Knochenauftreibung). Andere Male können primär die Weichteile des Gesichts befallen sein und der Knochen erst von aussen angegriffen werden. Auch Schlund und Magenwand können primär ergriffen sein. Die Kieferauftreibungen wurden früher als Winddorn, Kiefersarkom, Spina ventosa etc. beschrieben, die Zungenerkrankung als „Holzzunge“, Wucherungen in den Lymphdrüsen als Scrophulose etc.

Experimentelle Erfahrungen über Pathogenese:

a) Am Tier: Entgegen vielen positiven Behauptungen vertritt Boström nachdrücklich den Stand-

punkt, dass bei den Versuchen an den verschiedensten Tieren nie eine Vermehrung der eingebrachten Parasiten, sondern nur ein Einkapseln derselben beobachtet sei. Die neuesten Versuche von Wolff und Israël ergeben einigemale eine Weiterentwicklung der intraperitoneal eingebrachten Kurzstäbchen zu Fäden und Drusen. Eine ernsthafte progressive Erkrankung der Versuchs-Kaninchen herbeizuführen, gelang nicht, nach c. 7 Wochen scheinen die Keime abzusterben.

Specielle Methoden für Diagnose und Kultur.

Diagnose: Beim Menschen sehr oft durch Erkennen der A.-Drusen mit blossem Auge, oder wenigstens unter dem Mikroskop. (Ungefärbt oder Doppelfärbung).

Kultur: Zur Diagnose meist unnötig, am besten durch sehr zahlreiche Ausstrichkulturen auf Serum oder Agar beschickt mit fein in der Reibschale zerriebenem Inhalt actinomykotischer Geschwülste. Bruttemperatur. Kautschuckkappe.

Während Boström aus allen Fällen von Mensch und Rind stets denselben hier beschriebenen Pilz isolierte, behaupten namentlich italienische Forscher, dass auch andere nahestehende Arten das klin. Bild der Actinomykose bedingen können, z. B der „**Actinomyces albus** Gasp.“ Vgl. Gasperini (C. B. XV. 684). Nahe steht auch „**Cladothrix liquefaciens Nr. 2**“ Garten. (C. B. XVIII. 287.)

Verwandt, aber nicht kultiviert, ist **Oospora (Actinomyces) musculorum suis** (Duncker) L. et. N. (Zeitschr. f. Mikrosk. und Fleischbeschau III. N. 3), in den wässerig blassen Muskeln ziemlich zahlreicher Schweine in Berlin gefunden. Die Kolbenbildung ist vorhanden, eigentliche Drusen fehlen.

Oospora Hofmanni. (M. Gruber.) Sauv. et Rad.

Micromyces Hofmanni M. Gruber. (A. H. XVI. 34).

Dieser aus der Luft in Wien einmal gewonnene Pilz bildet keine Lufthyphen, der Inhalt älterer Pilzfäden zerfällt aber eben-

falls in kokkenartige Glieder. Besonders schön ist die Bildung von Keulen ganz nach Art des Actinomyces und ihre endliche Verkalkung (nach einigen Monaten) in Bouillonkulturen zu beobachten. Wächst aërob, anaërob nur bei Zuckerzusatz. Wächst nicht unter 22°, Optimum 37°. Wächst nicht auf Kartoffel und Gelatine, schlecht auf Serum und Agar — gut dagegen auf den meisten festen und flüssigen Nährböden bei Zusatz von $^1/_2$—3% Zucker. Zuckeragarkulturen: Oberflächliche Rasen erhaben, scharfrandig, gefaltet, glanzlos; tiefliegende zeigen radiäre Struktur mit zartem Fransenkranz. — Aus Zucker bildet er Essigsäure und etwas Alkohol.

Bei Tieren, namentlich Kaninchen, macht er mit Leukocyten und koaguliertem Exsudat gefüllte, dann erweichende und unter Abkapselung ausheilende Tumoren, die schöne Drusen enthalten.

Oospora farcinica. Sauvageau und Radais.
Tab. 60.

Synonyme: Bacille du farcin de Boeuf, Nocard (Annales de l'Inst. Past. II. 1888 p. 293). Nocardia farcinica Trevisan et de Toni.

Mikroskop. Aussehen: Echt verzweigte, kurzgliedrige (knotige) Fäden. Nocard hatte zwar echte Verzweigung photographiert, sie aber als unechte gedeutet. [60 X.]

Eigenbewegung: Fehlt.

Färbbarkeit: Mit den gewöhnlichen Anilinfarben und nach Gram, aber nur, wenn die Entfärbung nach der Jodeinwirkung statt mit Alkohol mit Anilin vorgenommen wird (d. h. nach Gram-Weigert).

Nach Nocard nicht gut mit den gewöhnl. Anilinfarben färbbar.

Ansprüche an Temperatur und Zusammensetzung des Nährbodens. Nicht wählerisch im Nährboden, wächst bei Zimmertemperatur und besonders bei 37°.

Gelatineplatte:

a) N a t ü r l. G r ö s s e: Kümmerliches Wachstum. Noch nach 10 Tagen erst kleine runde, durchscheinende, glänzende Knöpfchen. [60. V.]

b) 5 0 f a c h e V e r g r ö s s e r u n g: Oberflächliche und tiefe Kolonien stellen glattrandige, glänzende, graue bis graugrünliche Massen dar, in denen keine genauere Struktur zu erkennen ist. [60. VI.]

Gelatinestich: Kümmerlich. Auflagerung nach 12 Tagen weisslich, körnig; im Stich krümelig. [60. II.]

Agarplatte:

a) Natürl. Grösse: Die aufliegenden Kolonien wachsen zu 1—2 mm grossen, gelblich-weissen, unregelmässig geformten, glänzenden Häutchen. Die tiefliegenden K. bleiben winzig. [60. VII.]

b) 50fache Vergrösserung: Die aufliegenden ähnlich wie die Gelatineplattenkulturen. Die tieflieg. K. hellgelb, zart, deutlich fädige lockige Struktur zeigend. [60. VIII.]

Agarstich: Etwa wie Gelatinestich. Auf der Agaroberfläche bildet sich eine weissliche, grobkörnige Masse von ganz unregelmässiger zerklüfteter Form. Die mattfarbige Kultur zeigt stellenweise Luftmycel. (Nocard).

Agarstrich: In 8 T. bildet sich eine grau-gelblichweisse Auflagerung aus lauter locker oder gar nicht zusammenhängenden, durchscheinenden K. von rauher, fein zerklüfteter Oberfläche. Kondenswasser klar, geringer grauweisser Bodensatz.

Bouillonkultur: Bouillon klar, mässiger, schleimig-zäher Bodensatz, der sich auch bei starkem Schütteln nicht völlig zerteilt. Einzelne K. entwickeln sich an der Oberfläche als schmutzig graue Häutchen mit staubiger Oberfläche. Auf Glycerinbouillon wird (nach Nocard) das Häutchen derber.

Milchkultur: Kaseïn wird gelöst ohne zu koagulieren. Reaktion alkalisch.

Kartoffelkultur: Wächst langsam (nach Nocard rasch), weisslichgelb glanzlos; Oberfläche wie mit kleinen trockenen Schüppchen besetzt.

Sporen: Von uns nicht gesehen. Nocard beschreibt unfärbbare Sporen.

Vorkommen: Als Erreger des „Rinderwurms" Farcin de boeuf auf Gouadeloupe, selten in Nordfrankreich. Krankheitsbild erinnert an den Hautrotz (Wurm), sowie an tuberkulöse Affektion der Hautlymphdrüsen.

Zu Tierversuchen eignen sich am besten Meerschweinchen, dann Rind und Schaf. Kaninchen, Hund, Katze, Pferd, Esel erscheinen immun. — Bei dem

Meerschweinchen tötet intraperitoneale wie intravenöse Einspritzung in 9—20 Tagen unter dem klinischen Bild der Miliartuberkulose, doch enthalten die Knötchen Knäuel von Pilzfäden. Subkutane Infektion erzeugt eine sehr langsame Erkrankung bei allen empfänglichen Tieren, die dem Bild des spontanen Farcin de boeuf entspricht.

Oospora asteroides. (Eppinger) Sauv. et Rad.

Synonyme: Cladothrix asteroides Eppinger. Zieglers Beiträge IX. Gute Abbildungen.

Mikroskopisches Aussehen: Verzweigte, ziemlich kräftige Fäden, bei Färbung nach Gram und schwacher Entfärbung, sowie am frischen Präparat ohne deutliche Scheidewände[1]), nur manche Fäden zeigen einen Zerfall in kurze quadratische („kokkenartige“) Glieder, die (nach Eppinger) durch Oeffnung der Fadenscheide an der Spitze frei werden sollen.

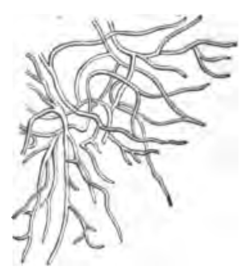


Fig. 25.
Oospora asteroides Sauv. et Rad. Nach Eppinger.

Die Verzweigung, wie Eppinger sie abbildet, und wir sie stets sahen, ist echte Verzweigung, er beschreibt sie allerdings als unechte. — Wir haben keine deutlichen „Sporen“ gesehen.

Eigenbewegung: Kürzere Fäden zeigen langsamere, die kürzesten Fäden und kugeligen Formen sehr lebhafte Eigenbewegung. (Eppinger). Wir beobachteten keine Bewegung.

---

[1]) Durch Ueberfärbung mit Haematoxylin, Differenzieren mit Eisessigglycerin und Nachfärben mit Eosin, will sich Eppinger von einer Zusammensetzung der langen Fäden aus kürzeren und längeren Stäbchen in einer „Scheide“ überzeugt haben.

Färbbarkeit: Mit allen Anilinfarben und nach Gram.
Sauerstoffbedürfnis: Gedeiht fast nur bei Sauerstoffzutritt.
Ansprüche an Nährböden und Temperatur:
Wächst am besten bei 37° auf allen gewöhnlichen Nährböden, am üppigsten auf 2% Traubenzuckeragar. Auf G. bei Zimmertemperatur ist Wachstum gering, den A. K. ähnlich, keine Verflüssigung. Alte G. K. zeichnen sich durch orangerote Farbe aus.
Agarplatte:
a) Natürl. Grösse: In der Tiefe rundes kümmerliches Wachstum. An der Oberfläche gut wachsend, kreisrund, mit gelblich-weissem, mattem, feinkörnigem Kern und einer schmalen, blassen, konzentrischen Randzone.
b) 50fache Vergrösserung: Ganz jung: Zarte sternartig verzweigte Figuren, später allmählich ein derberes opakes Centrum mit zarter verästelter Randzone.

Zucker-Agarstich: Nach 24h ein weissliches oberflächliches Wärzchen, das allmählich zu einer schwach erhabenen Scheibe mit schwach gerunzelter Oberfläche und braungelber Farbe auswächst. Die Runzelung, Erhebung und Ausdehnung der Kultur nimmt längere Zeit zu, die Peripherie zeigt eine zarte, platte, radiär gefältete Randzone. Im Stich nur sehr geringes Wachstum in den obersten Partien. Zuckeragarstich ähnlich. Auf gewöhnlichem Agar Wachstum schwächer und hellfarbiger.

Bouillonkultur: Zartes Oberflächenhäutchen mit weissen Körnchen. Letztere entwickeln sich zu derben, nach unten zu stark gewölbten Massen, (an eingetropftes Stearin erinnernd) und fallen dann zu Boden, wo sich allmählich eine reiche Pilzmasse ansammelt. Bouillon stets ganz klar.

Kartoffelkultur: Anfangs eine grobkörnige Leiste aus schneeweissen Warzen, nach u. nach wird die Kultur gerunzelt und ziegelrot. Nach c. 14 Tagen entwickelt sich vom Rande her ein zarter, weisser, haariger Ueberzug, der allmählich die ganze rote Kartoffelkultur überzieht.

Sporen: Ueber die Resistenz der als „Sporen“ fungierenden freiwerdenden kurzen Glieder ist nichts bekannt.

Vorkommen: Nur einmal in Lymphdrüsen und besonders in einem Hirnabscess und den Hirn- und Rückenmarkhäuten eines Glasschleifers offenbar als Krankheitsursache von Eppinger gefunden.

Pathogenese: Verursacht bei Tieren (Meerschweinchen, Kaninchen) auf verschiedenen Wegen übertragen, eine tödliche, an Tuberkulose erinnernde Erkrankung. (Pseudotuberculosis cladothrichica).

Oospora carnea (Rossi Doria) Sauvageau et Radais. Streptothrix carnea Rossi Doria. Nahe verwandt der Oos. asteroides, Gelatine und Agarkulturen zeigen aber deutliches Luftmycel, das die Gelatinekultur weisslichrosa, die Agarkultur fleischrot-rotorange erscheinen lässt. Für Tiere nicht pathogen. Auch **Oospora aurantiaca** (Rossi Doria) Sauvageau et Radais ist ähnlich.

Oospora madurae (Vincent) Lehm. et Neum.

Streptothrix madurae Vincent. (A. P. 1894.)

Grosse Aehnlichkeit im Verlaufe mit Actinomykose hat die als „Madurafuss, Madurabeule, Dehli-Beule“ (erst teigige, dann knotige, meist aufbrechende Schwellung), bekannte, namentlich Füsse und Hände befallende Krankheit, die in Indien, aber auch in Nordafrika, Italien etc. zu Hause ist. — Unsere Beschreibung nach Vincent.

Aus dem Fisteleiter sind ähnlich wie bei Act. verschiedenfarbige Körnchen zu gewinnen (grau, gelblich, schwarz), die radiäre Struktur zeigen, an denen aber keine Kolben zu bemerken sind.

Der obligat aërobe Organismus wächst trefflich unter Alkalibildung auf nicht neutralisierten Abkochungen von Kartoffeln, Rüben etc.; als bester fester Nährboden wird von Vincent empfohlen eine Heu- oder Kartoffelabkochung, der auf 100 g Gelatine, 4 g Glycerin und 4 g Traubenzucker zugesetzt ist. Gelatine wird nicht verflüssigt. Aeltere Gelatinekulturen erinnern an eine Impfpustel, sie sind derb, haften sehr fest am Nährboden, sind in der Mitte etwas eingedrückt, weisslich, die Randpartie ist rot. — Auf Kartoffeln weisslich-rote Prominenzen, die häufig weisses Luftmycel mit Sporen zeigen, auch im anderen Mycel kommt Sporenbildung vor. Kein Schimmelgeruch. Die Sporen sterben

in 3 Min. bei 85, in 5 Min. bei 75° ab, die sporenfreien Kulturen bei 60° in 3—5 Min. Fäden und Sporen färben sich leicht mit allen Anilinfarben und nach Gram. Für Tiere (Kaninchen, Meerschweinchen, Mäuse, Katzen) nicht pathogen.

Oospora chromogenes. Lehmann et Neumann.

Tab. 61.

Synonyme:[1]) Streptothrix chromogena Gasperini, Oospora Metschnikovi: Sauvageau et Radais [2]), Streptothrix nigra Doria.

Mikroskopisches Aussehen: Echt verzweigte Fäden, manchmal deutliche Septierung in längere und kürzere Stäbchen. [61. X.] Keine Eigenbewegung.

In den Luftfäden (s. u.) bilden sich durch fortgesetzte Querteilung kurze Glieder, die sehr leicht abfallen (scheinbar nicht aus einer Scheide frei werden), und auskeimend neue verzweigte Mycelien bilden.



Fig. 26. Oospora chromogenes. Lehm. et Neum.

Oberseite eines Bouillonhäutchens c. $\frac{700}{1}$

Färbbarkeit: Mit allen Anilinfarbstoffen und nach Gram.

Sauerstoffbedürfnis: Wächst aërob besser.

Ansprüche an Temperatur und Nährbodenbeschaffenheit: Gedeiht auf allen gewöhnlichen Nährböden bei Zimmer- und Bruttemperatur, bei letzterer rascher.

---

[1]) Wir beschreiben eine von uns isolierte Art, die Synonyme gründen wir auf Vergleichung der Diagnosen, nicht der Kulturen.

[2]) Sauvageau u. Radais konnten bei ihrer Streptothrix Metschnikovii niemals Sporen an den Lufthyphen sehen. Ihre Oospora Guignardi mit reichlichen Conidien aber ohne Farbstoffbildung scheint auch nächst verwandt.

Gelatineplatte:

a) Natürl. Grösse: Anfangs bräunliche, runde, schwach erhabene, derbe, matte Kolonien, die zuerst im Centrum, seltener an der Peripherie beginnend, weisslich-kreidige, trockene Beschaffenheit annehmen. Es bilden sich hierauf konzentrisch weitere weisse Ringe, je trockener (resp. dünner) der Nährboden, um so rascher tritt eine mehr oder weniger vollständige Ueberwachsung der Kolonie mit weissen Lufthyphen und damit kreidiges Aussehen ein. Die Gelatine wird in der Umgebung der Kolonie dunkelbraun gefärbt und langsam verflüssigt, sodass schliesslich kreidige runde erbsengrosse Krusten in seichten Schalen schwimmen. [61. V. VI.]

b) 60fache Vergrösserung: Ganz junge Kolonien zeigen ein wirres Fadenknäuel, ältere erscheinen nur wenig durchscheinend mit wellig zackig begrenzten Zonen, die alle in ihrem peripheren Teil dunkler sind. Der Rand der K. ist von zarten Fäden fransig besetzt, die sich auf der verfärbten Gelatine ausbreiten. [61. VII.]

Gelatinestich: Oberflächenwachstum wie auf der G. Pl. Zuweilen sind Flüssigkeitstropfen (kein Oel!) auf der Oberfläche der Kultur zu sehen. Die G. wird sehr langsam von oben nach unten verflüssigt. Im Stich sind noch sehr lange die gleich anfangs auftretenden, kurzen, strahligen Faserbüschel zu bemerken. [61. 1.]

Agarplatte:

a) Natürl. Grösse: Wie auf Gelatine.

b) 60fache Vergrösserung: Die derbe Kultur lässt nach etwa 6 T. keine Struktur mehr erkennen, sie ist dunkel homogen und am Rande mit deutlichen Fransen besetzt. [61. VIII.]

Agarstich: An der Oberfläche ist die Auflagerung anfangs ziemlich saftig, gelblich glänzend, nagelkopfartig erhaben, später trockener, derb und etwas

wulstig, Agar stark braun verfärbt. Im Stich strahlige borstenförmige Aestchen. [61. III. IV].

Agarstich: Die Kultur breitet sich nur mässig aus, zeigt (nach 4—6 T.) bräunliche Farbe und an den dünneren A.-Stellen weisse kreidige Randzonen — im Laufe der Zeit wird sie ganz weisslich-kreidig. Auf dem klaren Kondenswasser bildet sich später eine bräunliche zähe, schwer zerteilbare Haut, die ebenfalls kreideweise Lufthyphen, namentlich an der Glaswand, entwickelt. [61. II.] Andere Male entsteht ohne Hautbildung auf dem Grunde des Condenswassers ein klumpiges Wachstum.

Bouillonkultur: Anfangs zartes, später derberes Häutchen. In Traubenzuckerbouillon dicke klumpige, radiär angeordnete Massen am Boden. Bouillon wird braun.

Milchkultur: Derber gelbbrauner-zimmtfarbener Rasen an der Oberfläche, Milch wird aufgehellt, alkalisch.

Kartoffelkultur: Wachstum ziemlich rasch und üppig. Schon nach 48 h hat sich im Brutschrank ein 8 mm breiter, gelber, gelbbrauner, grünbrauner oder brauner Rasen gebildet. Die Bildung von kreidig aussehenden Lufthyphen begann bei uns stets am Rande. — Die K. verfärbt sich später intensiv braun bis schwarz, stark alkalisch.

Chemische Leistungen: Dunkelbraune Farbstoffbildung und Entwicklung eines intensiv moderigen Geruchs auf allen Nährböden. Reichliche Ammoniakbildung.

Vorkommen:

a) Ausserhalb des Organismus: In Würzburg in Luft, Wasser nicht selten.[1])

b) Im Organismus: Einmal in Mageninhalt.

Specielle Methoden für Nachweis und Kultur: Agarplatte bei Bruttemperatur. Beachten: Brauner Hof, kreidige Verfärbung.

---

[1]) Identisch erhielten wir diese Art von Günther als clad. dichotoma Cohn, mit dem Bemerken, dass er nur echte nie falsche Dichotomie gesehen habe.

Oospora odorifera Rullmann. (C. B. XVII. 884) L. et N.

Ist in Aussehen und Geruch so wenig von der gewöhnlichen Oosp. chromogenes verschieden, dass wir nach Vergleichung von Originalkulturen diese Art wohl für identisch erklären dürfen. Unsere Oosp. chromogenes riecht ebenso, aber viel stärker wie die von Günther erhaltene Rullmann'sche Art.

Nach Rullmann kommt der Geruch einem stickstoffhaltigen in Aether und Wasser löslichen Körper zu. Dieser Org. aus Fehlboden bedingt nach R. den eigentümlichen Geruch des Fussbodenritzenschmutzes. Ausserdem bildet er stark Nitrat.[1])

Oospora Doriae Sauvageau et Radais.

Streptothrix Foersteri Gasperini, Streptothrix alba Rossi Doria, Streptothrix I und II Almquist. Oospora Guignardi Sauvageau et Radais, Actinomyces albus Gasperini[1]).

Nach Doria in Rom besonders häufig. Färbt die Nährböden nicht. Bildet weisse Polster von kreisförmiger Gestalt, Neigung zu sehr reicher Bildung von Luftsporen. Gelatine wird verflüssigt.

Nach Gasperini zeigen die K. manchmal plötzlich Pigmentbildung wie bei Oospora chromogens, Gasperini will deshalb die Oosp. chromogens mit dieser Art vereinigen. Auf Fucusnährböden wächst sie auch nach Rossi Doria mit dunkler Verfärbung des Nährbodens. — Wir kennen diese Art nicht, sie könnte sehr wohl eine farblose Form von Oospora chromogenes sein.

Oospora violacea Sauv. et Radais.

Von Doria in Rom mehrmals gefunden. Gelatine verflüssigt. Nährböden werden verfärbt. Gelatine hell-weinrot, Agar grauviolett, Kartoffel rötlich-braun.

Oospora erysipeloidis (Rosenbach). Lehm. et Neum.

Als Ursache einer seltenen sporadisch auftretenden Krankheit des Erysipelas chronicum, Erythema migrans, „Erysipeloid" Rosenbach, hat letzterer Autor einen echt verzweigten Mikroorganismus beschrieben aus der Verwandtschaft von „Cladothrix", der aber oft in Form von Kurzstäbchen und Kugeln auftritt. Die Fäden endigen

---

[1]) Nahestehend scheint auch Cladothrix invulnerabilis Acosta y Grande Rossi (C. B. XIV. p. 14), die angeblich $^1/_4{}^h$ Erhitzen der Kulturen auf 120° erträgt. Kolonien zeigen Erdgeruch.

oft in „einem dicken Punkte“. Die Beschreibung der Kulturen erinnert am meisten an Mäusesepticaemie; im Alter werden sie bräunlich. Wächst am besten bei etwa 20°, schlechter bei Bruttemperatur. Macht, auf den Menschen überimpft, fieberlose, stark juckende, scharf begrenzte Rötungen, die langsam fortschreiten.

Oospora diphtheriae vitulorum (Löffler) Lehm. et Neum.

Bacillus der Kälberdiphtherie Löffler. (Mitteil. des kais. Ges. Amts II). Bac. diphtheriae vitulorum Flügge, Nekrosebacillus Bang. (C.B. XIII. 201). Streptothrix cuniculi Schmorl. (Deut. Zeitschr. f. Tiermed. XVII.) In dem nekrotischen Gewebe („Diphtheriemembran“ etc.) liegt der Org. in der von der Oberfläche abgekehrten Seite in langen oft radiär angeordneten Geflechten und Bündeln, durch eine schmale nekrotische Zone vom gesunden Gewebe getrennt. Ein streng anaërober, am besten auf Blutserum und Blutserumagar bei Bruttemperatur gedeihender, morphologisch ungenügend beschriebener, praktisch als Erreger zahlreicher Tierkrankheiten sehr wichtiger Pilz. Von Schmorl aus einer mörderischen Kaninchenepidemie gezüchtet, zuerst von Löffler als Erreger der Kälberdiphtherie (Maul, Kehlkopf, Nase) beschrieben. Nach Bang macht er ausserdem bei jungen und alten Rindern und Pferden und beim Schwein die verschiedensten nekrotischen Affektionen (Panaritien, brandige Pocken, Darmdiphtherie, Leberabscess, Vaginal- und Uterusdiphtherie etc. etc.) Wir konnten diesen offenbar wichtigen Organismus bisher nicht studieren.

Löffler erhielt bei Mäusen nach subkutaner Impfung das Bild der progressiven Bindegewebsnekrose. Speckig schwartiges Infiltrat verbreitet sich subkutan von der Infektionsstelle und umhüllt Niere, Leber und Darm mit gelblichen Exsudatmassen. Kaninchen erkrankten bei Löffler nicht charakteristisch, wohl aber bei Schmorl und Bang. Andere Versuchstiere fanden alle Forscher immun.

Anhang II. Höhere Spaltpilze

(Höhere Spaltalgen).[1])

Noch deutlicher wie bei allen bisher besprochenen Formen ist für die Arten dieses Abschnittes die nahe Verwandtschaft mit den chlorophyllführenden Algen, und manche Forscher rechnen dieselben wirklich den Algen zu. Andererseits ist der Zusammenhang mit den einfacheren „Spaltpilzen“ doch ein so enger, dass wenigstens eine kurze Erwähnung nötig erscheint.

Gemeinsam soll der Gruppe im Gegensatz zu den echten Bacteriaceen sein, dass die Fäden ein basales (nicht wachsendes, oft angeheftetes) und ein apikales (wachsendes, freies) Ende erkennen lassen.[2]) Die Enden sind häufig von verschiedener Dicke.

Schlüssel zur Bestimmung einiger wichtigerer Gattungen der Spaltalgen.

Fäden ohne Scheiden:
- a) Ohne Schwefelkörnchen **Leptothrix**
- b) Mit Schwefelkörnchen, beweglich nicht angewachsen. **Beggiatoa**

Fäden mit Scheiden:

---

[1]) Ueber diese Gruppe haben wir wenig eigene Erfahrungen und beschränken uns teilweise auf eine kritische Wiedergabe der Litteratur.

[2]) Wir müssen allerdings bekennen, dass uns diese Unterscheidung der beiden Enden oft grössere Mühe gemacht hat, als dies nach den Angaben der Bücher zu erwarten war — z. B. bei Beggiatoa.

a) Ohne Schwefelkörnchen
 1) ohne pseudodichotome Verzweigung
 Crenothrix Cohn
 2) mit pseudodichotomer Verzweigung
 Cladothrix Cohn
b) Mit Schwefelkörnchen **Thiothrix** Winogradsky

Leptothrix epidermidis Biz.[1])

Tab. 59.

Mikroskopisches Aussehen: Unverzweigte, deutlich gegliederte, leicht zerfallende, derbe Fäden in unseren

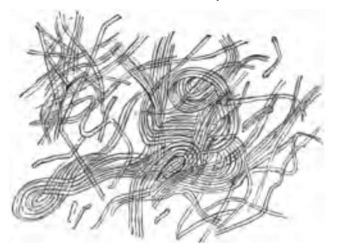


Fig. 27. Leptothrix epidermidis Biz.

Präparaten, keinen deutlichen Gegensatz von Basis und Spitze zeigend. Junge Kulturen zeigen Stäbchen etwa wie B. mesentericus. [59. XI. XII.]

Eigenbewegung: Die jüngeren Stäbchen zeigen deutliche bacillenartige Eigenbewegung, Geisselfärbung gelang uns bisher nicht.

Färbbarkeit: Mit allen Anilinfarben und nach Gram. Mit Jodjodkali allein keine Blaufärbung.

Sauerstoffbedürfnis: Wächst besser bei Sauerstoffzutritt.

Ansprüche an Temperatur und Nährböden: Wächst üppig und rasch bei Zimmer- und Bruttemperatur auf allen Nährböden.

Gelatineplatte:

a) Natürliche Grösse: Erst kleine weisse Pünktchen, die, sobald sie etwas grösser werden — nach 24—48^h — die G. verflüssigen. Aeltere

---

[1]) Ehe die Leptothrix der Mundhöhle kultiviert sind, können wir nur mit Vorbehalt diese zu den „echten“ Leptothrix stellen. Vgl. den Schlusssatz der Diagnose.

K. zeigen in der Mitte des flachen Verflüssigungstrichters eine kleine weisse Flocke, auch der Rand des Trichters zeigt einen weisslichen Saum [59. VIII.]

b) 50fache Vergrösserung: Oberflächliche Kolonien zeigen jung ein zierliches Konvolut lockig gewellter Fäden. Das Centrum wird bald dunkel trübe und sinkt ein, als Randzone bleibt ein Kranz feinster strahliger Härchen. Indem die Verflüssigung vorschreitet, erhält man schliesslich im Centrum einer flachen grauen Schale, die gegen die feste G. einen zarten Haarbesatz zeigt die lockige K., deren Struktur immer mehr undeutlich krümelig wird [59. XI.]

Gelatinestich: Schon nach 24^h hat sich ein spitzer Verflüssigungstrichter mit weisslichen Flöckchen gebildet, an dessen Spitze sich allmählich krümelige gelbweissliche Bakterienmassen sammeln. Nach 4—5 Tagen entsteht ein grauliches zähes Häutchen an der Oberfläche. [59 V.]

Agarplatte:

a) Natürliche Grösse: Oberfl. K.: Weisse oder gelbweisse scharf abgegrenzte Auflagerungen mit glattem aber unregelmässig gekerbtem Rand, Die tiefliegenden K. bleiben klein, derb, gelblichweiss. [59. V.]

b) 50fache Vergrösserung: Oberfl. K.: Centrum undurchsichtig braungelb, allmählich in die gelbgraue, aus radiären sehr dicht stehenden feinen Haaren gebildete Randzone übergehend. [59. VI]. Tiefl. K.: Rundlich, knollig gelbbraun, da und dort einzelne oder büschelig stehende Haare zeigend. [59. VII.]

Agarstich: Oberfläche: gelblich-graulich bis bräunlich, ziemlich glattrandig schleimig. Allmählich matt mit einzelnen weisslichen Erhebungen. Im Stich grauweisser Faden. Nach einer Reihe von Monaten färbt sich der Agar dunkelbraun. [59. III. IV.]

Agarstrich: Wie die Oberfläche der Stich K. Auf dem Kondenswasser eine zähe faltige Haut von bräunlicher Farbe. Wo dieselbe an die Glaswand stösst ist sie rein weiss. Kondenswasser klar. [59. II].

Bouillonkultur: Nur an der Oberfläche eine derbe, dicke faltige Haut, die fest an der Glaswand sitzt.

Milchkultur: An der Oberfläche eine derbe Haut. Milch wird nicht koaguliert; es entsteht, während die Milch durchscheinend wird, ein kleiner weisser Bodensatz.

Kartoffelkultur: Rasch bildet sich ein erhabener rötlicher bis graubrauner, trockener, scharf abgegrenzter Belag. Die Oberfläche faltet sich mit der Zeit wellig. Die Randzone zeigt weisse kreidige Verfärbung in älteren Kulturen. [59. X].

Sporen: Endosporen fehlen.

Vorkommen: Auf der Haut gesunder Menschen von Bizozzero gefunden.

Verwandte Arten: Es erinnert diese Art in verschiedenen Punkten an die Subtilis-Mesentericusgruppe. Lockiges Wachstum, starke Verflüssigung, Lufthyphen auf der Kartoffel finden sich ganz ähnlich bei B. subtilis. Die Art heisst wohl richtiger Bacillus epidermidis; allerdings wäre dabei die Annahme gemacht, dass zufällig eine sporenfreie Rasse dieser Art vorliegt.

Ueber die in der Mundhöhle speciell im Zahnbelag häufig vorkommenden Formen die als „**Leptothrix buccalis**" bezeichnet werden, ist nicht viel Befriedigendes zu bemerken, da die Kultur bisher fast stets misslang.

Miller (Die Bakterien der Mundhöhle II. Aufl. Berlin 1894), scheint keine Leptothrix kultiviert zu haben: er führt von unkultivierbaren Leptothrix kurz und recht ungenügend charakterisiert an:

Leptothrix gigantea Miller. Fäden an einem Ende angeheftet, schmal bis sehr breit, mit oder ohne deutliche Septa, Jodreaktion?

Leptothrix maxima buccalis Miller. Gegliederte Fäden 1—1,3 μ breit ohne Jodreaktion,

Bacillus maximus buccalis Miller. Wie vorige aber mit Jodreaktion. Warum diese Species als Bacillus, die vorige als Leptothrix bezeichnet ist, bleibt ungesagt.

Leptothrix innominata Miller soll einstweilen schlanke 0,5—0,8 μ dicke verschlungene eingegliederte, oft gewundene oder geknickte Fäden bezeichnen, die sich mit Jod violett färben.

Arustamow (C. B. VI. 349) beschreibt 2 unbenannte von ihm kultivierte Leptothrix der Mundhöhle, beide bei Bruttemperatur wachsend Nr. 1 exquisit anaërob, Nr. 2 ausgesprochen aërob. Das Agarwachstum entspricht einigermassen dem bei L. epidermidis geschilderten; Kartoffel- und Gelatinewachstum ist nicht beschrieben.

Beggiatoa alba Vauch.

Lange und ziemlich breite (1—5 μ) unverzweigte, festsitzende oder gleitend bewegliche, scheidenlose Fäden, die frisch zum Teil keine Scheidewände, wohl aber oft zahlreiche sehr stark lichtbrechende Körnchen erkennen lassen. Diese Körnchen bestehen aus Schwefel, was sich namentlich, wenn man die Fäden vorher antrocknen lässt, u. a. durch ihre Löslichkeit in Schwefelkohlenstoff zu erkennen gibt. Dabei zeigen sich auch vorher unsichtbare Querscheidewände. Nach Winogradsky ist der Zerfall der Fäden in kleinere, später aufs neue auswachsende Fadenstücke die einzige Vermehrung. — Die von Zopf gemachten Angaben über andere Formen im Entwicklungscyklus von Beggiatoa sind von Winogradsky widerlegt.

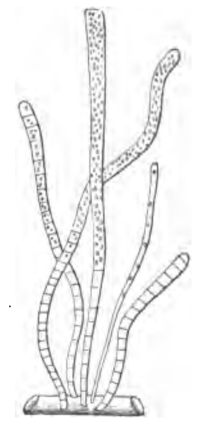


Fig. 28. Beggiatoa alba Vauch nach Zopf.

Nach der älteren Anschauung bildet Beggiatoa aus Sulfaten Schwefelwasserstoff und Schwefel, und wäre die Erzeugerin des Schwefelwasserstoffs in Schwefelquellen. Nach Winogradsky ist sie dagegen auf die Praeexistenz von Schwefelwasserstoff für ihre Ernährung angewiesen und verwandelt denselben in Schwefel. (Vergl. Untersuchungen über Schwefelbakterien. C. B. II. 590).

B. alba Vauch ist überall in faulendem Schlamm, schmutzigem Wasser, zuweilen vereinzelt auch in ziemlich reinem Wasser zu finden. Tritt sie massenweise auf, so bildet sie weissliche Räschen.

B. nivea Rabenhorst ist in Schwefelquellen als ein Hauptbestandteil des Bodenschlamms bekannt.

B. roseo-persicina Zopf. (Die Spaltpilze. 3. Aufl.) Bacterium photometricum Engelmann (Pflüg. Arch. Bd. 30)

Eine durch ihre Rosafarbe sehr auffallende Art, in der kühleren Jahreszeit oft auf weite Strecken Tümpel, Bachufer etc. überziehend. Stets ein Zeichen unreinen aber nicht eines specifisch (etwa durch Sulfitcellulosefabriken oder dergl.) verunreinigten Wassers. Zopf hat zu dieser Art eine grosse Zahl anderer rosagefärbter Wasserbewohner gerechnet (Clathrocystis, Ophidomonas), nach Winogradsky mit Unrecht.

Crenothrix polyspora. Ferd. Cohn.

(Cohn's Beiträge Bd. I., H. II, p. 130)

Starre, lange, unverzweigte Fäden aus einer einfachen Reihe niedriger Zellen bestehend, pigmentlos, in eine, an den jüngeren Fadenteilen sehr dünne, an den älteren dicke Scheide eingeschlossen. Die Scheide ist ein Produkt der Zellcuticula. In den Scheiden lagert sich etwas Eisenhydroxyd oder Karbonat ab, was sie braun färbt. Zuweilen sind auch die Scheiden auf weitere Strecken mit einer gelben, ölartig glänzenden, eisenhaltigen Masse umhüllt, sodass makroskopische, bräunliche Flöckchen entstehen.



Fig. 29. Crenothrix polyspora. Cohn.

Die Fadendicke wechselt von 1,5—5,2 μ, häufig ist deutlich zu erkennen, dass der ältere Teil des Fadens (wo derselbe festsitzt) breiter, kräftiger ist. Auch die Höhe der einzelnen Zellen wechselt von $^1/_2$ der Breite bis zur 4fachen Breite, quadratische Dimensionen sind am häufigsten. (Fig. 30a.)

Zuweilen wird die Endzelle eines Fadens gross oval (sporenartig), eine tiefere Zelle wächst dann seitlich aus.

Die Fortpflanzung geschieht durch einen eigentümlichen Zerfall der Zellen eines Fadenendes in Teilstücke. Cohn unterscheidet 2 Typen: a) Mikrogonidienbildung: Eine Reihe einzelner Fadenzellen zerfällt durch Längs- und Querteilung in je mindestens 16 sehr kleine Plasmakugeln, die später aus dem dabei etwas angeschwollenen Fadenende frei werden und zu neuen Fäden auswachsen. (Fig. 30 b.) Makrogonidienbildung. Eine Reihe von Fadenzellen in der Nähe der Fadenspitze wird durch seltene Teilung zu grösseren rundlichen, ovalen oder diplokokkenartigen Formen, die ebenfalls zu neuen Fäden auswachsen. (Fig. 30 d und e.) Die beiden Typen gehen in einander über.

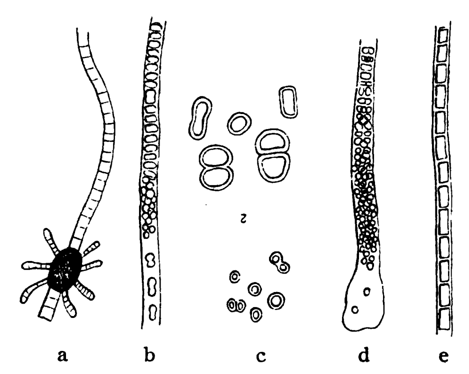


Fig. 30. Crenothrix polyspora. Cohn.

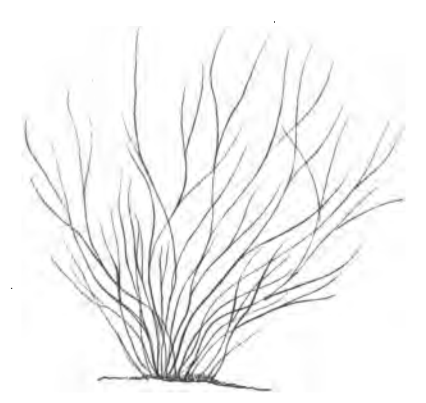
Die Pflanze ist in (namentlich) eisenhaltigem Wasser (auch Leitungswasser) weitverbreitet. Eine Reinkultur im bakt. Sinne ist noch nicht gelungen. Nach Rössler gelingt die Kultur leicht in Brunnenwasser, in dem man Ziegelbrocken gekocht und dem man „etwas" Eisenvitriol zugesetzt hat. (Vergl. Ferd. Cohn, Beiträge zur Biologie Band I, Heft I. pag. 108 Breslau; Rössler, Arch. f. Pharm. Bd. 233, 1895.

Hier würde sich die interessante **Leptothrix ochracea** Kützing anschliessen, die aber wegen ihrer ausgebildeten Scheide nicht zu Leptothrix sensu strictiori passt. Winogradsky, der sie näher beschreibt, gibt folgende Merkmale an: Festsitzende, bescheidete, schlanke, gegliederte Bacillenfäden. Scheide unten dick, am freien Ende dünn, die letzten Stäbchen sind ganz scheidenlos. Bacillen in der Scheide beweglich, dieselbe wird verlassen, sowie sie eine gewisse Dicke erreicht hat. Die Art gedeiht nur in eisenoxydulhaltigem Wasser, in die Scheiden lagert sich durch den Stoffwechsel Eisenoxydhydrat ab. Auf ausgekochtem Heu, das in Brunnenwasser und frisch gefälltem Eisenhydroxyd steht, soll sich der Org. leicht und fast immer entwickeln. Er bildet gelbliche Flöckchen und Räschen und gibt in der Natur zu grossen Ockerablagerungen Anlass. (Vergl. Winogradsky, Bot. Zeitung 1888 p. 261.)

Cladothrix dichotoma Ferd. Cohn.
(Cohn's Beiträge Bd. I. Heft III, p. 185.)

Dick oder dünn bescheidete, lange, scheinbar unge - gliederte Fäden, teils frei, teils an faulenden Algen festsitzend. Dicke 1—5 μ. Besonders ist die Pseudodichotomie interessant, die zu stande kommt, indem das untere Glied eines Fadens seitlich am oberen vorüber wächst. (vergl. Fig. 33.)

Reinkulturen dieses Organismus sind bisher wenig studiert, wir haben auch keine besessen. Nach Büsgen, dem neuesten Bearbeiter dieses Organismus (Ber. der deutsch. bot. Gesellschaft 1894 p. 147) wächst derselbe in schwach Fleischextrakt haltender Wassergelatine langsam ohne merkliche Gelatineverflüssigung. Die Auflage stellt einen nicht erhabenen „runden, weissen Fleck" dar, von dem wie vom Stich nach einigen Tagen zarte Fäden ausstrahlen.





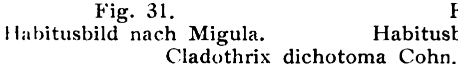


Fig. 31. Habitusbild nach Migula.

Fig. 32. Habitusbild nach Cohn.

Cladothrix dichotoma Cohn.

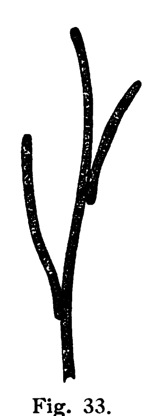


Fig. 33.
Pseudodichotome Verzweigung nach Cohn verkleinert.



Fig. 34.
Austreten begeisselter Schwärmer nach A. Fischer.

Cladothrix dichotoma Cohn.

Die Fäden sind, wenn auf Gelatine gewachsen, dünn-, in verdünnten Fleischextraktlösungen dickbescheidet. Die Scheide ist an der Fadenspitze offen und aus dieser Oeffnung, sowie aus unregelmässig entstehenden Rissen der Scheide dringen kurze, (durch 1 seitenständiges Büschel von 8—12 μ langen Geisseln, A. Fischer, vergl. Fig. 34) lebhaft bewegliche Stäbchen, die sich nach einigem Schwärmen mit einem Ende ansetzen und aufs neue Fäden bilden. „Sporen" und „Sporangien" sind keine vorhanden, wenn man nicht gelegentlich auftretende Fadenerweiterungen so nennen will, in denen die Stäbchen in doppelter Reihe liegen.

Die **Cladothrix dichotoma** Macé, die **Cl. dichotoma** Günther, die **Cl. odorifera** Rullmann sind echt verzweigte Fadenpilze, die toto coelo von der echten Cladothrix abweichen. Eine Verwechselung der letzteren, die ihre breiten Fäden und die typische pseudodichotome Ver-

zweigung scharf charakterisieren, mit den als **Oospora** im vorigen Abschnitt beschriebenen zartfädigen Hyphomyceten, ist unmöglich, wenn man die echte Cladothrix genauer studiert hat. — Wir sind, nachdem auch wir lange Zeit in **Oospora chromogenes** (vergl. pag. 389) eine Cladothrix vermuteten, selbständig zu dieser Einsicht gekommen, die in der Litteratur namentlich Sauvageau und Radais (Ann. de l'Int. Past. VI. 292) vertreten.

Anhang III.

Notizen über ungenügend aufgeklärte, vielleicht auf Bakterien zurückzuführende Krankheiten.

Von den bisher in diesem Buche nicht berührten Krankheiten fallen ausser Betracht, weil

a) durch höhere Mycelpilze bedingt: Favus, Herpes tonsurans, die durch Hyphomyceten verursachten tiefen Wundeiterungen;

b) durch Protozoen bedingt: Malaria, Dysenterie (?), das Texasfieber des Rindes, Variola.

Ganz unaufgeklärt ist noch Syphilis, an der sicher die bisher angeschuldigten Bakterien so unschuldig sind, dass ihre Aufzählung nicht lohnt. (vergl. auch p. 375)

Als ungenügend bekannt, möglicherweise durch Bakterien bedingt, bleiben noch übrig: Ulcus molle, Masern, Scharlach, Typhus exanthematicus. Bei dem kurzen Referat sind nur neuere Arbeiten berücksichtigt und auch nur solche, die nicht schon jetzt vollständig widerlegt sind.

Bakterien bei Ulcus molle.

Nach Ducrey (C. B. XVIII. 290) ist kein Zweifel, dass der [63. IV] abgebildete „Streptobacillus“ die Ursache

---

[1]) Nach Doehle wäre Syphilis, Masern und Scharlach nicht durch Bakterien sondern unter einander ähnlich aussehende, kleine, parasitische Protozoen bedingt. (C. B. XII. 906.)

des Ulcus molle ist. Impft man von einem Ulcus molle weiter auf gesunde Haut und stets von dem erzeugten Geschwür wieder auf eine neue Hautstelle, so erhält man angeblich den Organismus schliesslich rein. Derselbe ist leicht zu färben, entfärbt sich nach Gram. Kultivierbar ist er bisher nicht. Weitere Litteratur, in der im wesentlichen Ducrey's Entdeckung bestätigt wird, bei Petersen (C. B. XIII. 743) und (Unna C. B. XVIII. 234). Petersen scheint in einer Mischung von menschlichem Blutserum und Agar die Kultur geglückt zu sein.

Masern.

Canon und Pielicke (C. B. XIV. 287) haben in 14 Fällen von Masern angeblich stets ein in seiner Grösse sehr variierendes Bacterium (sehr klein bis 3,4 μ) gefunden, das sich mit einer Mischung von 80 cbcm wässeriger, gesättigter Methylenblaulösung und 20 cbcm $^1/_4$ proz. Eosinlösung (in 70 proz. Alkohol) in 3^h bei Bruttemperatur unterbrochen färbt. Erst Präparate vom 6. Krankheitstag ab zeigen den Organismus, was nicht für seine aetiologische Bedeutung spricht. Die Entdecker halten dennoch diesen nach Gram nicht färbbaren, nicht züchtbaren (nur auf Blutbouillon manchmal schwaches Wachstum zeigenden) Organismus für den Masernerreger.

Czajkowski (C. B. XVIII. 517) hat ähnliche Bakterien neuerdings im Blute gefunden, abgebildet, und auf Glycerinagar namentlich aber Blutglycerinagar gezüchtet. Das Wachstum ist zart und spärlich, tautröpfchenartig. Für Mäuse ist der Organismus pathogen. Der Organismus zeigt Eigenbewegung und entfärbt sich nach Gram.

Scharlach.

Verschiedene, namentlich ältere Forscher, von neueren z. B. d'Espine (C. B. XVIII. 132) sind der Meinung, dass der bei Scarlatina sehr häufig gefundene Streptococcus die specifische Scharlachursache darstelle, was wohl sicher falsch ist. Einen Diplococcus (den Ab-

bildungen nach eher kurzes Doppelstäbchen) von sehr geringem Wachstum auf festen Nährböden (Glycerinagar, Haematogenagar, Serum), üppigerem auf flüssigen Nährböden, für Mäuse pathogen, will Czajkowski im Blute von 17 Scarlatinakranken nie vermisst haben. (C. B. Ab. I. Bd. XVIII. N. 4/5.) Es fehlen Angaben, ob der Diplococcus sich nicht auf flüssigen Nährböden als Streptococcus entpuppte. Grosse Tenacität der Kulturen ist auffällig.

Doehle (C. B. XII. 906) und L. Pfeiffer halten Protozoen für die Scharlachursache.

Typhus exanthematicus.

Lewascheff (C. B. XII. 635, 728, XVIII. p. 132) gibt an, einen charakteristischen Micrococcus exanthematicus von auffallender Beweglichkeit stets im Blut gefunden und anaërob in Kulturen auf (mit Ascitessaft versetztem) Agar aus Milzsaft oder Fingerblut in allen untersuchten 118 Fällen von Flecktyphus reingezüchtet zu haben. Sowohl im Blut als in den Kulturen zeigen manche, aber nicht alle Exemplare 1—2 sehr lange, bewegliche, spiralige Fortsätze, die Geisselfärbung annehmen. Lewascheff nennt diese Formen merkwürdiger Weise Spirochaete exanthematica. Nach seiner Meinung stimmen die neueren Arbeiten von Ljubimoff (Kokken), Calmette und Thoinot (A. P. 1892. p. 39) (eiförmige Körper und Spiralen), von Dubief und Brühl (C. B. XIV. 17), Curtis, Combemale (Diplokokken) mit seinen Befunden überein.

Keuchhusten.

Den pag. 180 citierten Arbeiten, die einen Micrococcus als Keuchhustenerreger wahrscheinlich machen wollen, gegenüber behauptet Kurloff in einem durch Geisseln beweglichen Protozoon, die Ursache des Keuchhustens gefunden zu haben. (C. B. XIX. 513.)

Technischer Anhang.

Die folgenden Vorschriften und kurzen Erläuterungen bringen alle die technischen Anweisungen, welche in einem eingehenden bakteriologischen Kurs etwa vorgetragen werden. Wir haben nur ohne Litteraturangaben etc. das Notwendigste und nach unseren Erfahrungen Brauchbarste mitgeteilt, Ausführlicheres bieten die in der Vorrede erwähnten Bücher.

I. Mikroskopische Untersuchung der Bakterien.

1. Winke über mikroskopische Technik.

Zur bakteriologischen Untersuchung bedient man sich fast ausschliesslich der modernen Mikroskope mit Abbé's Beleuchtungsapparat, Irisblende, einer schwachen und einer Oelimmersionslinse.

A. **Schwache Vergrösserung (60—100 fach)** und enge Blende! wird angewendet zur genauen Untersuchung von Plattenkulturen. Man hebt zu diesem Zweck entweder den Deckel[1]) und betrachtet die Kolonie von oben — oder, wenn man die Platte durch Oeffnen nicht verunreinigen will, legt man sie auf den Deckel und betrachtet die Kolonie von unten, was aber nicht in allen Fällen ein ebenso charakteristisches Bild liefert.

B. **Starke Vergrösserung. Oelimmersion (700 bis 1200 fach)** findet Verwendung bei der Beobachtung von Einzelindividuen. — Man bringt auf das angefertigte (pag. 411) Präparat (Objektträger, Deckglas) ein Tröpfchen Cedernöl, senkt den Tubus mittelst der groben Einstellschraube soweit herab, bis die Linse eben die Oberfläche des Oeles berührt und stellt dann mit der Mikrometerschraube genau auf das Präparat ein.

a) **Ungefärbte Präparate.** Enge Blende!! Werden untersucht:

[1]) Unsere Plattenkulturen sind stets in Schalen gegossen.

1. Indem man ein Tröpfchen einer flüssigen Reinkultur oder ein Tröpfchen Wasser mit einer Spur Reinkultur vermischt zwischen Objektträger und Deckglas bringt — oder besser:

2. Im hängenden Tropfen. Man bringt eine Platinöse voll flüssige Reinkultur oder eine Oese Bouillon mit einer Spur Reinkultur vermischt auf ein Deckgläschen, legt dasselbe umgekehrt auf einen hohlgeschliffenen Objektträger, so dass das Tröpfchen in die Höhlung zu liegen kommt und befestigt nun das Deckgläschen auf den Objektträger, indem man an die 4 Ecken des Deckgläschens eine Spur Wasser oder für längere Beobachtung Vaseline gibt.



Fig. 35.

b) **Gefärbte Präparate.** Geöffnete Blende!! Abbé's Beleuchtungsapparat. Zur Betrachtung von doppeltgefärbten Schnittpräparaten ist weite Blende für die Bakterien, enge Blende für das Gewebe notwendig.

C. **Reinigung der Präparate und des Mikroskopes.** Das Immersionsöl wird stets leicht abgewischt, ab und zu die Linse mit Xylol und Hirschleder rasch gereinigt; längere Xyloleinwirkung löst die Linsenfassung. Ebenso entfernt Xylol leicht angetrocknete Oelteile von den Deckgläsern älterer Präparate.

2. Die wichtigsten Lösungen zur Anfertigung von Präparaten.

A. Farbstofflösungen.

1. **Wässerig-alkoholische Fuchsin- und Methylenblaulösung.** Man bereitet sich eine konzentrierte „Stammlösung“, indem man in Flaschen die gepulverten Farbstoffe (Fuchsin, Methylenblau) mit absolutem Alkohol übergiesst, unter Umschütteln einige Stunden stehen lässt und filtriert. Von dieser gesättigten Lösung wird 1 Teil mit 4 Teilen destilliertem Wasser gemischt und eventuell vor dem Gebrauch filtriert. Um gute Präparate zu erzielen, färbt man lieber längere Zeit mit schwächeren, als kurze Zeit mit starken Farblösungen.

2. **Karbolfuchsin** (Ziehl'sche Lösung).

Fuchsin 1,0 gr.
Acid. carbolic. liq. 5,0 gr.
Alcohol. 10,0 gr.
Aq. dest. 90,0 gr.

3. **Anilinfuchsin.**

4,0 Anilinöl (Anilin. pur.) werden mit 100 Aq. dest. mehrere Minuten gut geschüttelt, hierauf wird filtriert, bis alles Wasser klar abgelaufen ist, (dann Trichter weg! da sonst Oel mit hindurchgeht). In diesem Anilinwasser werden 4,0 Gramm Fuchsin gelöst und das ganze nochmals filtriert.

4. **Anilingentiana** (Ehrlich'sche Lösung).

Zu 100,0 ccm Anilinwasser werden 11,0 ccm einer alko-

holischen konzentrierten Gentianaviolettlösung (Stammlösung) zugesetzt. Diese Lösung ist nicht lange haltbar.

5. **Löffler's Methylenblau.**

Zu 100 ccm Wasser, welches 1 ccm 1%ige Kalilauge enthält, setzt man 30 ccm. konzentr. alkoholische Methylenblaulösung. Die Färbekraft wird durch den Alkalizusatz erhöht.

6. **Bismarckbraun.**

Herstellung wie unter No. 1 (Färbt Gewebe, Bakterien schlecht).

7. **Alaunkarmin.**

In 100 ccm einer 5% Alaunlösung giebt man 2 gr Carmin, kocht eine Stunde lang und filtriert.

B. Differenzierungsmittel.

1. **Destilliertes Wasser.**
2. **Absoluter Alkohol.**
3. **Jodjodkaliumlösung** nach Gram.

Jod. pur. 1,0.
Kal. jodat. 2,0.
Aq. dest. 300,0.

4. **Schwefelsäure** 25%
5. **Essigsäure** 3%.
6. **Saurer Alkohol.**

Alkohol (90%) 100 ccm.
Aq. dest. 200 ccm.
Reine Salzsäure 20 gtt..

C. Beizen zur Geisselfärbung.

1. **Löffler'sche Beize**

10 ccm alkoholische Fuchsinlösung.
50 ccm kalt gesättigte Ferrosulfatlösung.
100 ccm 20% Tanninlösung.

2. **Bunge'sche Beize**

25 ccm einer 20fach verdünnten officinellen Eisenchloridlösung.
75 ccm gesättigte wässrige Tanninlösung.

Dieser Lösung wird direkt vor dem Gebrauch soviel einer 3%igen Wasserstoffhyperoxydlösung zugesetzt, bis sie rötlichbraun erscheint, hierauf wird filtriert. (Wir haben diesen letzteren Zusatz stets weggelassen).

D. Aufhellungs- und Einschlussmittel.

1. Xylol.
2. Canadabalsam.
3. Dammarlack.

3. Anfertigung gefärbter Präparate von Bakterien.

A. Ausstrichpräparate.

1. Gewöhnliche Färbung mit Fuchsin oder Methylenblau.

Für alle Bakterien verwendbar mit Ausnahme der Tuberkelbacillen.

Man bringt auf das Deckgläschen (Deckglaspräparat) oder auf den Objektträger (Objektträgerpräparat) eine Oese voll destilliertes Wasser, vermischt damit eine Spur Reinkultur (am besten von einem festen Nährboden), und streicht das Tröpfchen recht dünn aus. Nach Verdunsten der Flüssigkeit zieht man das Präparat mit der Schichtseite nach oben, dreimal rasch durch die Flamme, um die Bakterien auf dem Gläschen zu fixieren (nicht verbrennen!) und bedeckt die Bakterienschicht mit der Farbstofflösung. Nach kurzer Einwirkung (1 Minute), event. nach ganz schwachem Erwärmen, spült man das Präparat mit Wasser ab und lässt es (event. wieder unter vorsichtigem Erwärmen) trocken werden. Mittels eines Tröpfchens Kanadabalsam wird endlich das trockene Deckgläschen mit der Schichtseite nach unten auf den Objektträger angeheftet.

2. **Gram'sche Färbung.**

1. Anfertigung des Ausstrichpraeparats wie oben.
2. Färbung mit Ehrlich'scher Lösung 3 Min.
3. Abspülen mit Wasser.
4. Differenzieren mit Jodjodkaliumlösung 1 Min.
5. Entfärben mit absolutem Alkohol bis zur Farblosigkeit (gewöhnl. 1—2 Min.)
6. Trocknen und einschliessen.

Die für die Gram'sche Färbung geeigneten Species siehe in der Tabelle. Im übrigen ist auch nach unserer Erfahrung die landläufige Ansicht unrichtig, wonach jede Bakterienart sich unveränderlich entweder gut oder gar nicht nach dieser Methode darstellen lasse. So beobachteten wir z. B. bei den Fluorescentes, welche in der Litteratur meist als unfärbbar bezeichnet werden, an 3 unter 12 verschiedenen Arten, dass sie sich in 24stündiger Kultur sehr schön färbten. Nach Zimmermann sollen sogar alle Fluorescentes in jungen Kulturen den Farbstoff zurückhalten.

Ebenso färbte sich ein bei uns in Kultur befindlicher Rauschbrand, welcher ebenfalls öfters als unfärbbar bezeichnet wird. Die widersprechenden Angaben lassen sich teilweise wohl so erklären, dass mit sehr verschiedenem älterem und jüngerem Material gearbeitet und das Differenzieren mit Alkohol auch verschieden gehandhabt wurde. Doch färbte sich Tyrothrix tenuis, die oben als unfärbbar nach Gram bezeichnet ist, bei einer späteren Prüfung der gleichen Kultur und gleichen Technik sehr gut. Jedenfalls sollte man bei jeder Färbung ein frisches Milzbrandpräparat gleichzeitig mitfärben und alle Präparate gleich lange (1 oder 2 Min.) mit Alkohol differenzieren. Es lässt sich dann sehr gut beurteilen, ob eine Bakterienart den Farbstoff zurückhält oder abgibt.

3. **Kapseldarstellung.** Nach Johne verfährt man folgendermassen:

1. Erwärmen des Präparates mit 2% Gentianaviolettlösung bis zur Dampfentwickelung.
2. Abspülen mit Wasser.

3. Benetzen mit 2% Essigsäure 6—10 Sek.
4. Abspülen mit Wasser.

Nach dieser Methode lässt sich auch an Arten, die nicht als „Kapselbakterien" gelten, häufig eine sehr deutliche Membran um die intensiv gefärbte Bakterienzelle nachweisen. Am schönsten sieht man die Kapseln bei Untersuchung in Wasser.

4. **Geisselfärbung.** Die ungefärbt fast stets unsichtbaren Geisseln werden meist dargestellt nach Löffler's Vorschrift:

1. Anfertigung des Präparates (Verreiben einer Spur junger Agarstrich- (nicht Bouillonkultur), in einem sehr kleinen Tröpfchen Wasser; gut ausbreiten, rasch trocknen.
2. Erwärmen des Präparates mit Beize (pag. 410) bis zur Dampfbildung (nicht kochen!) 1/2—1 Min.
3. Abspülen mit einem kräftigen Wasserstrahl.
4. Abspülen mit Alkohol zur Entfernung der am Rande haftenden Beizereste.
5. Auftropfen der Farbflüssigkeit (einige Krystalle werden in 10 ccm Anilinwasser gelöst, und zu demselben tropfenweise 1‰ Natronlauge zugegeben, bis die klare Flüssigkeit eben undurchsichtig zu werden beginnt, „Schwebefällung") und erwärmen bis zur Dampfbildung 1 Min.
6. Abspülen mit Wasser, trocknen, einschliessen in Kanadabalsam.

Notwendig ist ein äusserst sauberes Arbeiten, besonders sehr gute Reinigung der Deckgläschen mit Säure und Alkohol. Sodann müssen die Kulturen jung sein, wenn es auch nicht notwendig ist, die Färbung nur bei 24 Stunden alten Kulturen vorzunehmen, wie einige Autoren behaupten. Wir haben öfters sehr gute Präparate auch nach 12 Tagen noch bekommen. — Die Beize verwendeten wir meist frisch verfertigt.

Nach Löffler ist für die meisten Bakterienarten ein gewisser, ganz bestimmter Säure- oder Alkalizusatz zur Beize notwendig, um gut gefärbte Geisseln zu erhalten. So schreibt Löffler z. B. vor, zuzusetzen auf 16 cbcm Beize für

Choleravibrionen	1/2—1	Tropfen	1%ige Natronlauge
Spirillum rubrum	9	„	„ „
Bacterium typhi	20—22	„	„ „
Bacillus subtilis	28—38	„	„ „
Bacillus ödematis maligni	36—37	„	„ „
Bacterium pyocyaneum	5—6	„	aequival. Schwefelsäure.

Unsere Resultate lauten, dass es in der Mehrzahl der Fälle gelingt, mit der unversetzten Beize ganz brauchbare Bilder zu erhalten, und dass der Alkali- oder Säurezusatz keinenfalls sehr wesentlich ist. Aehnliche Erfahrungen haben auch andere Autoren, z. B. Lucksch, Günther, A. Fischer, Nicolle und Morax gemacht, unsere Untersuchungen sind allerdings noch nicht abgeschlossen.

In neuerer Zeit hat Bunge eine etwas andere Methode an-

gewendet, die uns auch recht gute Resultate gab, aber — gerade wie die Löffler'sche — doch auch zuweilen launisch im Stich liess.

1) Anfertigung des Präparates wie nach Löffler.
2) Erwärmen mit Bunge'scher Beize (pag. 410) eine Minute bis zur Dampfbildung.
3) Sauberes Abspülen mit Wasser und Trocknen.
4) Leichtes Erwärmen mit Karbolgentianaviolett oder Karbolfuchsin.
5) Abspülen mit Wasser, Trocknen und Einschliessen in Kanadabalsam.

Unsere Präparate sind meist mit einer mehrere Monate alten Bunge'schen Beize dargestellt. —

5. Färbung der Endosporen. [1])

Nach Hauser:

1) Anfertigung des Präparates. (Es empfiehlt sich (statt 3mal) 10mal rasch durch die Flamme zu ziehen.)
2) Färben mit wässerigem Fuchsin oder Karbolfuchsin (Ziehl'sche Lösung), indem man das Präparat über der Flamme reichlich mit Farblösung bedeckt, 1—2 Minuten bis zu Andeutung von Aufwallen erwärmt (nicht kochen). Die verdampfende Farbstofflösung wird durch neue immer wieder ersetzt.
3) Abspülen mit saurem Alkohol (pag. 410. 6) [2]) bis das Präparat kaum mehr rot erscheint.
4) Nachfärben mit Methylenblau (Einige Sekunden).

Die Sporen bleiben rot, Bacillen erscheinen blau.

6. Tuberkelbacillenfärbung.

Ganz nach den gleichen Grundsätzen wie die Sporenfärbung vollzieht sich auch die Färbung der Tuberkelbacillen. Das Präparat wird mit stark färbender Lösung in der Hitze behandelt und hierauf mit irgend einer sauren Lösung alles bis auf die Tuberkelbacillen entfärbt.

a) Man färbt entweder (**nach Ziehl-Neelsen**) genau wie bei der Sporenfärbung, nur zieht man die Präparate nur dreimal durch die Flamme. Wir wenden diese Methode ausschliesslich an. Beliebt ist auch nach dem Vorschlag von A. Fränkel und Gabbet Entfärbung und Nachfärbung auf einmal auszuführen. Hiernach bringt man die mit heissem Karbolfuchsin gefärbten Präparate, nach dem Abspülen mit Wasser in folgende Lösung:

Schwefelsäure 1,
Destill. Wasser 3,
Methylenblaupulver soviel, bis eine gesättigte Blaufärbung entsteht.

---

[1]) Arthrosporen besitzen keine unbestrittenen Farbenreaktionen. Ueber metachromatische Körperchen, Ernst'sche und Bunge'sche Körnchen, Sporenvorstufen und ihre Darstellung vergleiche pag. 16.

[2]) An Stelle von saurem Alkohol kann man auch 30 % Salpetersäure, 5 oder 25 % Schwefelsäure verwenden, muss aber dieselbe dann kürzere Zeit einwirken lassen.

Man spült dann wieder sorgfältig mit Wasser ab, trocknet und schliesst in Kanadabalsam ein.

Wie bequem diese Methode auch ist, so ist es doch für den Ungeübteren vorteilhafter, die Färbung, Differenzierung mit Säure und Nachfärbung getrennt vorzunehmen, da man auf diese Weise das Gelingen des Präparates besser in der Hand hat.

b) Viel verwendet wird auch das **Ehrlich-Koch'sche** Verfahren. Das angetrocknete und durch die Flamme gezogene Präparat wird mit Anilingentianalösung 1—2 Minuten über der Flamme erhitzt und mit Säure (meist 30 % Salpetersäure) 1—4 Sekunden behandelt, dann für einige Augenblicke in 60 %igem Alkohol, für einige Minuten in wässerige Bismarckbraunlösung getaucht und in Wasser abgespült. Die Tuberkelbacillen erscheinen jetzt violett auf braunem Grunde.

In dieser Form eignet sich das Verfahren für Deckglaspräparate aus Reinkulturen und tuberkulösem Sputum mit vielen Tuberkelbacillen. Finden sich in den ersten Präparaten nur sehr wenige oder gar keine Tuberkelbacillen, so muss man eine Anreicherungsmethode einschlagen. Wir geben 2 von den zahllosen Vorschriften:

a) Nach Strohschein:

5—10 ccm des Sputums werden mit der 3fachen Menge Wendriners Boraxborsäurelösung [1]) gemischt und nach kräftigem Umschütteln 4—5 Tage zur Sedimentierung bei Seite gesetzt. Die Mischung wird flüssig und die Bacillen setzen sich zu Boden. Solches Sputum ist nach Jahren noch zur Untersuchung brauchbar.

b) Nach Dahmen emend. Heim:

Man kocht das ganze Sputum in einem Becherglas im Dampftopf 15—20 Minuten lang, lässt erkalten, giesst die opaleszierende Flüssigkeit ab und verwendet dann den krümeligen Bodensatz zu Ausstrichpräparaten.

B. Schnittpräparate.

1. **Universalmethode nach Löffler,** tauglich für die allermeisten Bakterien.

Den in Alkohol liegenden Schnitt überträgt man, auf einem Neusilber- oder Glasspatel ausgebreitet, in Löffler'sche alkalische Methylenblaulösung für 5—30 Minuten und bringt ihn dann einige Sekunden in 1 % Essigsäure: nach der Differenzierung gelangt der Schnitt in absoluten Alkohol, Xylol und Kanadabalsam. Man muss ausprobieren, wie lange die Essigsäure einwirken darf und die Entwässerung in Alkohol möglichst beschleunigen — es sollen die Bacillen dunkelschwarzblau, die Kerne blau, das Protoplasma bläulich sein.

---

[1]) 8 gr Borax in heissem Wasser gelöst, 12 gr Borsäure zugesetzt und nochmals 4 gr Borax beigegeben; nach dem Auskrystallisieren wird abfiltriert.

2. **Nicolle** giebt an, folgendermassen sehr gute Schnittfärbung bei schwierig färbbaren Objekten erhalten zu haben z. B. bei Rotz, Typhus etc.:

Löffler's Blau 1—3 Minuten.
Abspülen mit Wasser.
Behandeln mit 10% Tanninlösung einige Sekunden.
Abspülen mit Wasser.
Absoluter Alkohol, Nelkenöl, Xylol, Kanadabalsam.

3. **Nach Gram:**

1. Ehrlich'sche Lösung, 3 Min.
2. Jodjodkaliumlösung, 2 Min.
3. Alkohol, ½ Min.
4. 3% Salzsäure enthaltender Alkohol, 10 Sekunden.
5. Alkohol mehrere Minuten bis zur maximalen Entfärbung.
6. Xylol; endlich mit Kanadabalsam einschliessen.

Will man das Gewebe in einer Kontrastfarbe färben, so bringt man den Schnitt nach der maximalen Entfärbung mit Alkohol in eine wässrige Lösung von Bismarckbraun 10 : 100 einige Minuten, darauf wieder 15—20 Sekunden in Alkohol absol., dann in Xylol, endlich in Kanadabalsam.

4. **Botkin** behauptet ein Abspülen der mit Anilingentiana gefärbten Präparate mit Anilinwasser erleichtere die Gram'sche Färbung. Die aus der Jodlösung genommenen Präparate vertragen nachher namentlich die Alkoholeinwirkung viel besser. So seien Bac. oedematis maligni und Bacterium pneumoniae Friedländer färbbar.

5. **Kutscher's Modifikation der Gram'schen Methode:** Man macht eine konzentrierte Lösung von Gentianaviolett in einer Mischung von

Anilinwasser 1 Teil.
Alkohol 1 Teil.
5% Karbolwasser 1 Teil.

Von dieser konzentrirten Lösung giebt man in Uhrgläschen mit Wasser soviel Tropfen bis sich ein schillerndes Häutchen bildet. Die Schnitte kommen 10—15 Min. lang hinein, werden dann mit destilliertem Wasser abgespült, kommen eine Minute in Jodjodkalium, dann in Alkohol Xylol und Balsam. Nach dieser Methode färbt sich auch Malignes Oedem und Rauschbrand.

6) Will man in Schnitten **Tuberkelbacillen** färben, so verwendet man Karbolfuchsin oder Anilingentianalösung wie bei der Deckglasfärbung, nur vermeidet man ein Erwärmen und lässt statt dessen die Farblösung 15—30 Minuten einwirken.

4. Anfertigung von Schnittpräparaten.

Kleine Organstückchen werden bei der Sektion sofort in reichlichen absoluten Alkohol geworfen und 2—3 Tage unter zweimaliger Erneuerung des Alkohols liegen gelassen. Sie sind dann meist schon schnittfähig. Zu diesem Zweck werden die derberen Organteile Niere, Leber, Muskel mit verflüssigter käuflicher Ge-

latine[1]) auf ein Korkstückchen aufgeklebt und alsdann mit dem Kork nochmals in absolut. Alkohol verbracht. Nach abermals 24 Stunden kann das Objekt mittels Mikrotom geschnitten werden. Zartere Organe müssen zum Schneiden in Celloidin oder Paraffin eingebettet werden; das Paraffin wird vor dem Färben mit mehrfach gewechseltem Terpentinöl oder Xylol vollständig ausgezogen und die Präparate aus dem Xylol in absoluten Alkohol gebracht.

II. Kultur der Bakterien.

1. Nährböden.

A. **Eiweissfreie** (nach C. Fränkel u. Voges).

Kochsalz	5 g.
Neutrales käufliches Natriumphosphat	2
Milchsaures Ammoniak	6
Asparagin	4

werden in 1000 gr. destill. Wasser gelöst. — Man kann 10% Gelatine, resp. 1% Agar zusetzen, wodurch man einen zuckerfreien für die meisten Bakterien geeigneten Nährboden erhält. Durch Milchzuckerzusatz lässt sich ein dextrosefreier Milchzuckernährboden herstellen. (Lehmann u. Neumann.)

B. **Eiweisshaltige.**

1. **Peptonwasser.** In einem Liter Wasser werden 10,0 Pepton sicc. und 5,0 Kochsalz gelöst und zusammen sterilisiert.

2. **Milch.** Frische, am besten frisch zentrifugierte Milch wird in Reagensgläser gefüllt und an zwei aufeinander folgenden Tagen je 1/2 Stunde im Dampftopf sterilisiert. Milch, die Sporen der Subtilisgruppe enthält (vgl. pag. 48), ist öfters nicht sterilisierbar.

3) **Lackmusmolke** (Petruschky). Man fällt aus Milch vorsichtig bei ganz schwach saurer Reaktion das Casein mit verdünnter Salzsäure, kocht das Filtrat, filtriert und vermischt die neutralisierte Flüssigkeit mit etwas Lackmus. — Die Herstellung ist nicht ganz leicht. Vergl. Heim. Lehrbuch 210.

3. **Heudekokt.** Circa 10,0 getrocknetes Heu werden mit einem Liter Wasser gekocht. Die filtrierte Lösung wird in Röhrchen abgefüllt und an 3 aufeinander folgenden Tagen, indem man sie über Nacht in den Brutschrank stellt, 2^h sterilisiert, um die sehr resistenten Sporen zu zerstören.

4. **Bierwürze** (nicht neutralisiren) lässt man nach der Sterilisation eine Zeit lang, am besten einige Wochen absetzen, giesst sie dann klar ab in Röhrchen und sterilisiert nochmals.

5. **Nährbouillon.**

a) aus Fleisch: 500,0 fettfreies Rindfleisch werden mit 1000,0 Wasser im Emailletopf auf der Flamme 1/2 Stunde gekocht, filtriert, das Filtrat (Fleischbrühe) auf 1000,0 gebracht, 10,0 Pepton, 5,0

---

[1]) Ein Teil Gelatine wird in 2 Teilen Wasser dickflüssig gelöst.

Kochsalz hinzugesetzt, in den Dampftopf bis zur Lösung hineingestellt und dann das Ganze mit Normalnatronlauge neutralisiert (Indikator Phenolphtaleïn)[1]. (Vergl. pag. 30. 31). Alsdann wird filtriert, in Röhrchen abgefüllt und sterilisiert.

b. aus Fleischextrakt. 10,0 Fleischextrakt werden in 1000,0 Wasser gelöst, 5,0 Kochsalz, 10,0 Pepton zugesetzt, die Lösung neutralisiert und mehrmal gut sterilisiert.

6. **Kartoffelwasser für Tuberkelbacillen.**

500 g. geschälte Kartoffeln werden auf dem Reibeisen zerrieben, mit 500,0 Wasser über Nacht im Eisschrank stehen gelassen, dekantiert, auf 1000,0 aufgefüllt, eine Stunde im Wasserbad gekocht, filtriert, 4% Glycerin zugesetzt, sterilisiert und abgefüllt.

7. **Gelatinenährböden.**

a) Fleischwasserpeptongelatine (gewöhnliche „Gelatine" oder „Nährgelatine" der Laboratorien).

Zu 1000,0 Fleischbrühe (siehe Nährbouillon) setzt man 100,0 Gelatine, 10,0 Pepton, 5,0 Kochsalz, erwärmt im Dampftopf bis alles geschmolzen ist, neutralisiert mit Normalnatronlauge, sterilisiert und filtriert. Nach dem Abfüllen der geschmolzenen Gelatine in Röhrchen wird nochmals sterilisiert.

b) Fleischwassergelatine, wie unter a, aber ohne Pepton und Kochsalz.

c) Bierwürzegelatine erhält man durch Zusatz von 10% Gelatine zur Würze. Nicht neutralisieren.

d) Pflaumendekoktgelatine. 500 g getrocknete Pflaumen werden mit 500 g Wasser aufgekocht, die Flüssigkeit abgegossen und nochmals mit 500 g Wasser aufgekocht. Beide Flüssigkeitsmengen werden gemischt, filtriert und mit 10% Gelatine versetzt. Nicht neutralisiren.

e) Häringsgelatine. 2 Salzhäringe kocht man ungewaschen mit 1000,0 Wasser und setzt dem Filtrat 10% Gelatine zu. Nicht neutralisieren.

f) Kartoffelwassergelatine nach Holz für Typhusbakterien. 500 g Kartoffel werden sauber gewaschen, geschält, auf einem Reibeisen fein zerrieben und durch ein leinenes Tuch gepresst. Den trüben Saft kann man nun entweder 24 Stunden absetzen lassen und dann filtrieren oder, wie wir es stets thun, durch reine Tierkohle sofort filtrieren. Nach 1 stündigem Erhitzen im Dampftopf setzt man der klaren Flüssigkeit 10% Gelatine zu, erhitzt nochmals im Dampftopf, filtriert, füllt in Röhrchen ab und sterilisiert an 3 aufeinander folgenden Tagen.

g) Jodkaliumkartoffelwassergelatine (Elsner). Zur

---

[1] Beispiel:
10 ccm Bouill. brauchen z. Sättig. 2,2 ccm $^1/_{10}$ Normal Natronlauge
1000 „ „ „ „ „ 220 ccm „ „ „
oder 22 ccm Normal Natronlauge

fertigen Gelatine gibt man 1% Jodkalium und zwar am besten so, dass man eine starke sterilisierte Lösung in erforderlicher Menge der eben zum Gebrauch fertigen Gelatine zusetzt.

8. **Nährагar.**

Zu 1000 g Fleischbrühe werden 10 g sehr fein zerschnittener Agar gesetzt, im Glaskolben auf freiem Feuer 1 Stunde bis zur vollständigen Lösung gekocht, das verdampfte Wasser ersetzt und dann 10 g Pepton und 5 g Kochsalz hinzugefügt. Nach nochmaligem Erhitzen im Dampftopf wird die Flüssigkeit neutralisiert und mittels des Heisswassertrichters filtriert, in Röhrchen gefüllt und nochmals sterilisiert.

9. Um **Trauben-** oder **Milchzuckeragar** zu erhalten, setzt man gleichzeitig mit dem Pepton und Kochsalz 2% der betreffenden Substanz zu. Da Fleischbrühagar meist Traubenzuckerspuren enthält, so stellen wir uns seit einiger Zeit einen traubenzuckerfreien Milchzuckeragar nach A. 1 her.

10. **Glycerinagar.**

Dem fertigen Nähragar setzt man 5% Glycerin zu, füllt in Röhrchen ab und sterilisiert.

11. **Zucker-Kreideagar.**

Man mischt dem fertigen geschmolzenen Zuckeragar soviel fein gepulverten, trocken sterilisierten, kohlensauren Kalk zu, dass die Mischung trübe und undurchsichtig erscheint, impft die Bakterienart hinein und giesst in Platten aus.

12. **Kartoffeln.**

Nach sauberem Waschen und Abspülen werden die Kartoffeln geschält, in 1 cm dicke Scheiben geschnitten, und in hohen Petri'schen Schalen mehrere Male sterilisiert. Man kann auch die geschälten Kartoffeln mittels eines weiten Korkbohrers ausstechen und den Cylinder durch einen schrägen Schnitt in 2 Keile teilen. Die Stückchen werden dann in ein Reagensglas gebracht, in welchem sich am Boden etwas trockene Watte befindet (um das Kondenswasser aufzunehmen) und mehrere Male im Dampftopf sterilisiert.

13. **Blutserum.** Das beim Schlachten eines Tieres unter Kautelen entnommene Blut, lässt man in gut gereinigten Glascylindern 24 Stunden im Eisschrank stehen und hebt am folgenden Tag das abgeschiedene Serum mittelst weiter steriler Pipette ab. Dasselbe wird in Flaschen gefüllt und mit 1% Chloroform versetzt einige Wochen unter zeitweiligem Umschütteln stehen gelassen. Für den Gebrauch stellt man das in Röhrchen abgefüllte Serum einige Tage zur vollständigen Verflüchtigung des Chloroforms in den Brutschrank und verwendet es entweder flüssig oder, nachdem man es bei 65° hat erstarren lassen.

14. **Löffler's Serummischung** für Diphtheriebacillen. 3 Teile Rinds- oder Hammelserum werden gemischt mit 1 Teil einer Kalbsbouillon, die 1% Traubenzucker, 1% Pepton, ½% Na Cl enthält.

15. Ganz verschieden von den anderen Nährböden ist der von Kühne zuerst erdachte, von verschiedenen Autoren modificierte und von Stutzer u. Burri schliesslich etwas handlicher gestaltete

Kieselsäurenährboden. Gelatinöse Kieselsäure, die nur die Beimischung einiger Salze erfährt, ist für einige Organismen (z. B. die Nitratbildner) wegen des Mangels an organischen Nährstoffen ein wichtiger Nährboden. Ueber die etwas umständliche Herstellung vergleiche Stutzer u. Burri (C. B. Bd. I. Ab. II. 722.)

2. Die Anwendung der einzelnen Nährböden geschieht nach folgenden Gesichtspunkten:

I. **Flüssigkeiten** (Bouillon, Zuckerbouillon, Milch, eiweissfreie Nährlösung).

1) Zur Herstellung von Massenkulturen.
2) Zur Gewinnung von Bakterienlösungen von genau bestimmbarer Pilzzahl (Zählung durch Platten).
3) Zur Beobachtung von Häutchenbildung und Sedimentbildung.
4) Zum Studium der Stoffwechselprodukte: Vergl. p. 59 u. folgende.

II. **Feste Nährböden.**

1) **Gelatinierende Nährböden.** Die ausgebreitetste Verwendung finden die gelatinierenden durchsichtigen Nährböden (Agar und Gelatine) und zwar aus folgenden Gründen:

a) Sie sind als Flüssigkeiten und als feste Nährböden gleichzeitig verwendbar, als Flüssigkeiten gestatten sie die Trennung, als feste Substanzen die Fixierung der isolierten Keime und deren getrenntes Auswachsen zu Kolonien.

b) Ihrer Durchsichtigkeit wegen erlauben sie eine makroskopische wie mikroskopische Betrachtung der angelegten Kulturen; sie gestatten eine weitgehende Differentialdiagnose der Arten. ein frühzeitiges Erkennen etwaiger Verunreinigungen.

Sie dienen namentlich:

a) zu Plattenkulturen, d. h. zum Nachweis zur sicheren Trennung und zur Zählung der Individuen und Arten,

b) zur Erzielung charakteristischer makroskopischer Kulturen, die zur Differentialdiagnose dienen,

c) zu Dauerkulturen resp. Sammlungen lebender Bakterien.

Die speciellen Vorzüge von Agar und Gelatine sind:

a) Gelatine. Vorteile: Leicht herzustellen, leicht (bei 25°) zu Platten zu verarbeiten; die Eigenschaft, durch manche Bakterien verflüssigt zu werden, ist von grosser diagnostischer Bedeutung. Nachteile: Weil sie bei 25° schmilzt, ist sie im heissen Sommer und bei Bruttemperatur unverwendbar.

b) Agar. Vorteile: Bei Bruttemperatur (d. h. zur raschen Züchtung von Bakterien (Bakteriensporen) und speciell von thermophilen Bakterien) brauchbar. — Nachteile: Mühsame Herstellung, schwierigeres Plattengiessen, (die bei 80° geschmolzene Gelatine muss auf 40° abkühlen, ehe sie beimpft werden kann). Kulturen oft wenig charakteristisch.

2) **Blutserum und Glycerinagar:** Zur Zucht von namentlich

pathogenen Arten. die auf andern Nährböden nicht oder schwer gedeihen. Plattenkulturen sind nur mit Glycerinagar und Gemischen von Agar und Serum möglich.

3) **Kartoffel:**
1. zur Erzielung makroskopisch charakteristischer Kulturen von langer Haltbarkeit und zur Differentialdiagnose,
2. gelegentlich zur Sporenbildung.

3. Einige Worte über das Anlegen der gewöhnlichen Kulturen.

Die Platinnadel muss vor jedesmaligen Gebrauch und vor dem Weglegen in ganzer Länge abgeglüht werden!!

a) **Flüssigkeitskulturen** werden mit einer Oese voll Reinkultur beimpft.

b) **Gelatine und Agarstichkulturen** werden mit gerader Nadel ohne Oese angelegt und zwar nur 1 Stich pro Röhrchen, der bis nahe zum Grunde geht.

c) **Agar- und Gelatinestrichkulturen** und **Kartoffelkulturen** durch einen sanften oberflächlichen Strich über die Oberfläche mit der Platinöse. Bei der Kartoffel kann Einreiben nötig sein.

d) **Gelatineplattenkulturen.**

1) **Zur Isolierung bestimmter Keime in Reinkultur.** Man schmilzt 3 Gelatineröhrchen, gibt in das erste, nachdem es bis auf 30° abgekühlt ist, eine Oese voll einer flüssigen oder eine Spur einer festen Reinkultur, schüttelt dieses Röhrchen um, und überträgt aus demselben ein oder zwei Oesen verflüssigte Gelatine in ein zweites. Aus diesem giebt man nach Umschütteln wieder 2 bis 3 Oesen in ein drittes Röhrchen und giesst den Inhalt alsdann in 3 verschiedene, trocken sterilisierte Platten, indem man den Deckel kurz aufhebt und die Platte schwach hin und her neigt, damit die Gelatine möglichst gleichmässig ausgebreitet wird. Bei der Uebertragung aus einem Röhrchen in's andere ist es zu empfehlen, dieselben geneigt zu halten, um sie vor dem Hereinfallen fremder Keime zu schützen. Die fertigen Platten stellt man dann in den Kulturschrank mit konstanter Temperatur von 22° (oder bewahrt sie auch bei Zimmertemperatur auf) und beobachtet nach 2--3 Tagen makroskopisch und bei schwacher (50facher) Vergrösserung mikroskopisch die entstandenen einzelnen Kolonien. Meist sind von den 3 Platten nur zwei zur Beobachtung brauchbar, eine mindestens ist zu dick oder zu dünn besät.

2) Will man die **Zahl der Kolonien** z. B. in einem Wasser ermitteln, so giebt man in 3 Röhrchen mit geschmolzener Gelatine je 1 cbcm resp. 0,5 resp. 0,1 cbcm des Wassers, schüttelt um und giesst in 3 Schalen aus. Zur Ermittelung der Keimzahl bedient man sich, falls sehr viele Keime aufgegangen sein sollten, des Wolffhügelschen Zählapparates; bei wenig Keimen verfährt man einfacher so, dass man die Platte verkehrt (auf den Deckel) legt, den Boden

mit Tinte in Sextanten teilt und jede sichtbare Kolonie mit einem Punkt bezeichnet. Platten, auf denen man die Pilzzahl in Trinkwasser ermitteln will, müssen mehreremale gezählt werden (am 2., 3., 5. Tage). Von sehr keimreichen Flüssigkeiten, saurer Milch, Kanalwasser etc., bringt man erst 1 cbcm in 100 cbcm sterilisiertes Wasser und verarbeitet diese Mischung wie beschrieben. Feste Körper zerreibt man vorher in Wasser. Von Luft saugt man ein bestimmtes Volum durch ein Röhrchen voll sterilisierten Sand, schwemmt diesen in sterilem Wasser auf und giesst damit Platten.

e) **Agarplattenkulturen** werden ebenso angelegt. Der Agar darf aber nicht allzu abgekühlt in die Schalen gegossen werden, da er sonst sofort zu einer ungleichmässigen Fläche erstarrt, wird er dagegen zu heiss verwendet, so sterben die eingeimpften Bakterien. In neuerer Zeit wird sehr empfohlen die Agar- (z. T. auch Gelatine)platten so herzustellen, dass man erst den Nährboden in Schalen erstarren lässt, und dann mit sterilisierter Platinöse, Filtrierpapierstreifchen oder Platinpinsel, die zu untersuchende Masse oberflächlich aufstreicht. Man erhält so nur charakteristische Oberflächenkolonien.

d) **Zuckeragarschüttelkulturen:** Man schmilzt den Inhalt des Röhrchens im Wasserbad, kühlt bis auf ca. 40° ab, trägt eine Oese Reinkultur ein, schüttelt gut um, und setzt nach dem Erstarren die Kultur in den Brutschrank.

4. Anaërobe Kulturen.

Wir haben fast ausschliesslich die Methode von H. Buchner angewendet: Absorption des Sauerstoffs durch Pyrogallussäure und Kalilauge.[1])

a) Für Stichkulturen: Man bringt auf den Boden eines Glascylinders, der etwas länger und weiter wie ein Reagensrohr sein muss, einen gehäuften Kaffeelöffel voll Pyrogallussäure und 20 ccm einer 3% Kalilauge, stellt in denselben die infizierten Stichkulturen und verschliesst sofort den Cylinder mit einem weichen Gummistöpsel, oder mittels eingeriebenem Glasstöpsel, der zugekittet oder dick paraffiniert wird. Nach Kitasato's Vorgang kann man die weniger sauerstoffempfindlichen Anaëroben in zuckerhaltigem Agar auch ohne Pyrogallussäure in hoher Stichkultur züchten. Man macht mit einem Draht mit kleiner Oese einen Stich in die 8—10 ccm hohe Zuckeragarschicht und dreht die Nadel um die Längsachse, ehe man sie zurückzieht.

b) Für Plattenkulturen benutzt man an Stelle des Glascylinders einen breiten Exsikkator mit aufgeschliffenem Deckel, füllt den unteren Teil mit Kies und Pyrogallussäuremischung und verfährt ebenso (Arens).

---

[1]) Empfindliche Arten sollen angeblich in Wasserstoffatmosphäre noch besser gedeihen.

III. Tierversuche.

A. **Infektion.**

1. **Subkutane Impfung.** An irgend einer Hautstelle legt man, nachdem dieselbe mit 1°/oo Sublimatlösung gewaschen wurde, mit einer Schere einen flachen Schnitt an und bringt den Impfstoff mittels eines starken Platindrahts mit Oese, unter die Haut. Mäuse infiziert man meist oberhalb der Schwanzwurzel, indem man sie am einfachsten an der Schwanzspitze hält und sie in ein Glas hängen lässt, das man durch ein Brettchen grossenteils zudeckt. Meerschweinchen und Kaninchen impft man an der Seite des Thorax.

2. **Subkutane Injektion** wird meist mit der Koch'schen Gummiball-Injektionsspritze oder der Strohschein'schen Spritze ausgeführt, indem man an irgend einer Körperstelle eine Hautfalte bildet und in der Längsrichtung derselben die Nadel einsticht. Hat man mehrere cbcm. zu injizieren, so kann man sich einfach damit helfen, dass man an eine graduierte Pipette ein mit einer Injektionsnadel verbundenes kurzes Stück Gummischlauch befestigt, das Ganze sterilisiert, die Pipette vollsaugt und mit dem Munde oder einem Gummigebläse die Flüssigkeit einbläst.

3. **Peritoneale Injektion** führt man aus, indem man mit einer sterilen Hohlnadel die Bauchwand mit einem Stich sicher durchbohrt, dann die Nadel vorsichtig vorschiebend, die Flüssigkeit injiciert.

Ueber Infektion durch **Fütterung, Inhalation** etc. vergl. grössere Werke über Methodik.

B. **Beobachtung.**

Mäuse kommen in sterile Gläser mit Watte und Drahtnetzverschluss, grössere Tiere müssen in sterilisierten Käfigen oder Ställen gehalten werden.

C. **Sektion und Beseitigung der Cadaver.**

Sektionen müssen sofort nach dem Tode gemacht, mindestens das Tier nach dem Tode auf Eis aufbewahrt werden. Die Versuchstiere werden an den vier Beinen auf dem Rücken liegend auf ein Brett angenagelt oder angebunden, der Bauch und die Brust gründlich mit Sublimatlösung benetzt und dann mit vorher sterilisiertem Messer zuerst die Bauchhöhle geöffnet. Die Bauchdecken werden auseinandergeschlagen und aus der Milz, Leber und Niere mit steriler Platinöse etwas Blut (resp. Gewebsaft) entnommen und derselbe sofort auf bereit gehaltene Agar-Platten, ausgestrichen. Die Organe werden vorsichtig, wobei man ein Berühren mit den Eingeweiden vermeidet, heraus geschnitten und in Alkohol absolutus zu weiterer Verarbeitung eingelegt. Dann eröffnet man mittels Schere die Brusthöhle, entnimmt dem Herz event. auch der Lunge ebenfalls Blut und legt auch diese Organe in Alkohol. Die Instrumente müssen vor jeder einzelnen Operation sorgfältig abgeglüht werden, besser hat man viele vorher bei 130° sterilisierte Instrumente vorrätig. Die Hände müssen ganz sauber bleiben.

Der Kadaver wird nach der Sektion am besten in einer grossen Feuerung verbrannt. Ist dies nicht angängig, so wickelt man die Leiche in eine mit Sublimat getränkte Umhüllung und gräbt sie in eine mindestens 1/2 Meter tiefe Grube, welche rings mit Aetzkalk ausgefüllt ist.

Alphabetisches Verzeichnis der Abbildungen.

Vorbemerkung. Die unter **pag.** aufgeführten Abbildungen sind im Textband, die unter **Tab.** aufgeführten Abbildungen sind im Atlas zu finden. Tab. 3. I bedeutet Fig. I auf Taf. 3.

Register.

Arten, welche unter „Bacillus“ nicht gefunden werden, sind unter „Bacterium“ zu suchen.

A.

C.

G.

L.

P.

Q.

R.

S.

V.

W.

Nachtrag.

Dem auf Seite 7 gegebenen Verzeichnis der Abkürzungen der benützten Bücher ist noch hinzuzufügen:

Migula = Migula, Schizophyta. Separatabdruck aus „Die natürl. Pflanzenfamilien von Engler und Prantl". Leipzig 1896.

Eisenberg = Bakteriologische Diagnostik von James Eisenberg. Hamburg und Leipzig 1891. 3. Auflage.

Günther = Einführung in das Studium der Bakteriologie. Leipzig 1895.

Zopf = Die Spaltpilze. Breslau. III. Auflage.

…er im Atlas abgeb…

…Ein leeres Feld bedeutet feh…

0…		12	13
…nummer	…-…ff-…ng	Indol Reaktion	Säurebildung in 5 Tagen in 100 ccm 2 % Traubenzuckerbouillon ausgedr. i. cbm
45	…ark	Schwach	Keine Sä…
46	…ark	Schwach	3,3
47	…ark	Schwach	3,2
49 / 53	…g	Ohne Nitrit kräftig	2,3
54	…g	Ohne Nitrit kräftig	2,1
55		Ohne Nitrit schwach	0,1
55	…rk	Ohne Nitrit stark	2,5
55	…g	Ohne Nitrit kräftig	2,5
56		Schwach	2,5
57		Spur	1,0
57		—	
20	…g	Schwach	5,1
48			
59		Spur	0,9
60		—	0,1
61		Kräftig	0,4
62		Spur	

L

g

vi
g
w
ı
Te

es
ei
ra
pe

The

d
b
z

Ie

z
a
n
g
z

Vie

B
e
A
D
K
al
de
v
ge
m

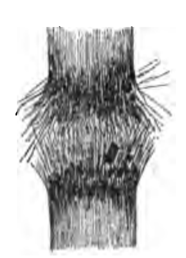
Verlag von J. F. LEHMANN in MÜNCHEN.

Lehmann's medicin. Handatlanten.

Band V:

Atlas der Hautkrankheiten.

Mit 90 farbigen Tafeln und
17 schwarzen Abbildungen.
Herausgegeben
von
Dr. Karl Kopp,
Priv.-Doc. a. d. Universität München.



Preis elegant gebunden ℳ 10.—.

Urteile der Presse:

Allgemeine med. Centralzeitung:

Für keinen Zweig der Medicin ist die Notwendigkeit bildlicher Darstellung im höheren Grade vorhanden, als für die Dermatologie. Bei der grossen Zahl von Dermatosen ist es ja unmöglich, dass der Studierende während seiner nur zu kurzen Lehrzeit jede einzelne Hautaffection auch nur einmal zu sehen bekommt, geschweige denn Gelegenheit hat, sich eingehend mit ihr vertraut zu machen. Nun ist es ja klar, dass Wortbeschreibungen von einer Hautaffection nur eine höchst unvollkommene Vorstellung vermitteln können, es muss vielmehr bildliche Anschauung und verbale Erläuterung zusammenwirken, um dem Studierenden die charakteristischen Eigenschaften der Affection vorzuführen. Aus diesem Grunde füllt ein billiger Atlas der Hautkrankheiten eine wesentliche Lücke der medicinischen Literatur aus. Von noch grösserer Wichtigkeit ist ein solches Buch vielleicht für den praktischen Arzt, der nur einen Teil der Affectionen der Haut während seiner Studienzeit durch eigene Anschauung kennen gelernt hat, und doch in der Lage sein muss, die seiner Behandlung zugeführten Hautleiden einigermassen richtig zu beurteilen. Aus diesem Grunde gebührt dem Verfasser des vorliegenden Buches Anerkennung dafür, dass er sich der gewiss nicht geringen Mühe der Zusammenstellung des vorliegenden Atlas unterzogen hat; nicht minderen Dank hat sich die geehrte Verlagsbuchhandlung verdient, von der einerseits die Idee zur Herausgabe des Buches ausging, und die andrerseits es verstand, durch den billigen Preis das Buch jedem Arzte zugänglich zu machen. Was die Ausführung der Tafeln anbetrifft, so genügt sie allen Anforderungen; dass manche Abbildungen etwas schematisch gehalten sind, ist unserer Ansicht nach kein Fehler, sondern erhöht vielmehr die Brauchbarkeit des Atlas als Lehrmittel, der hiemit allen Interessenten aufs wärmste empfohlen ist.

Literarisches Centralblatt.

. . . . Besonderes Gewicht wurde neben bester Ausstattung auf einen staunenswert billigen Preis gelegt, der nur bei sehr grosser Verbreitung die Herstellungskosten zahlen kann. Jedenfalls hat die Verlagsbuchhandlung keine Kosten gescheut, um das Beste zu bieten; der Erfolg wird auch nicht ausbleiben.
Prof. Dr. Graser.

Lehmann's medicin. Handatlanten

In Vorbereitung befinden sich ferner:

Bd. XIII. **Atlas und Grundriss der Verbandlehre** von Privatdocent Dr. A. Hoffa in Würzburg. In ca. 100 Abbildungen. Preis ca. ℳ 6.—.

Bd. XIV. **Atlas und Grundriss der allgemeinen Chirurgie** von Privatdocent Dr. A. Hoffa in Würzburg. In ca. 200 Abbildungen. Preis eleg. geb. ca. ℳ 10.—.

Bd. XV. **Atlas und Grundriss der Ohrenkrankheiten.** In ca. 120 farbigen Abbildungen.
Preis eleg. geb. ca. ℳ 6.—.

Bd. XVI. **Atlas und Grundriss der chirurg. Operationslehre.** Von Docent Dr. O. Zuckerkandl in Wien. Mit ca. 200 farbigen Abbildungen.
Preis eleg. geb. ca. ℳ 10.—.

Bd. XVII. **Atlas und Grundriss der Kehlkopfkrankheiten.** In 40 farbigen Tafeln. Von Dr. L. Grünwald.
Preis eleg. geb. ca. ℳ 7.—.

Bd. XVIII. **Atlas und Grundriss der gerichtlichen Medicin.** Von Hofrat Professor Dr. E. v. Hofmann in Wien. Mit ca. 120 farbigen Abbildungen und zahlreichen Textillustrationen. Preis eleg. geb. ca. ℳ 15.—.

Bd. XIX. **Atlas und Grundriss der internen Medicin und klinischen Diagnostik.** Von Dr. Chr. Jakob. Mit ca. 64 farbigen Tafeln und zahlreichen Textillustrationen. Preis eleg. geb. ca. ℳ 10.—.



Das Original ist in 3 Farben ausgeführt.

Hygiene.

Arbeiten aus dem hygienischen Institut in München. Herausgegeben von **Geheimrat Prof. Dr. Max v. Pettenkofer.** (Münchener medicin. Abhandlungen V. Reihe.) gr. 8°.

Heft 1: Die Schwemmkanalisation in München. Von Max von Pettenkofer. 16 Seiten. 1891. M. 1.—

Heft 2: Die Fehlböden (Zwischendecken). Ihre hygienischen Nachteile und deren Vermeidung. Von Dr. Heinzelmann. 36 Seiten. 1891. M. 1.—

Heft 3: Acht Thesen gegen die Münchener Schwemmkanalisation. Besprochen von Max v. Pettenkofer. 1892. 22 S. M. 1.—

Heft 4: Ueber Cholera mit Berücksichtigung der jüngsten Choleraepidemie in Hamburg. Von Max v. Pettenkofer. 1892. 39 Seiten. M. 1.—

Heft 5: Cholera-Explosionen und Trinkwasser von Max v. Pettenkofer. 3 Bogen Text u. 6 graph. Tafeln. M. 1.—

Bouček, Dr. B., Die Cholera im Bodebrader Bezirke. Eine epidemiologische Studie. Mit 48 Seiten Text und 41 Plänen. M. 2.—

Brendel, Dr. C., Der Alkohol, ein Völkergift. Vortrag. gr. 8°. 1894. 24 Seiten. M. —.40

Däubler, Dr. C., Die Grundzüge der Tropenhygiene. 123 Seiten Text und sieben Original-Abbildungen. 1895. M. 4.—

Einleitung der Fäkalien Münchens in die Isar. Protokoll der Sitzung des erweiterten Obermedicinal-Ausschusses. 73 S. 1892. gr. 8°. M. 1.20

Emmerich, Prof. Dr. und **Tsuboi, Prof. Dr.**, Die Cholera asiatica, eine durch die Cholerabacillen verursachte Nitritvergiftung. 1893. 8°. 29 Seiten. M. 1.—

Gümpel, C. G., Ueber die natürliche Immunitat gegen Cholera. Verhütung dieser, sowie ähnlichen Krankheiten durch einfache physiologische Mittel. 71 Seiten Text. M. 2.—

Herz, Dr. J. F., Die Käsekost. II. Auflage. M. —.40

Massregeln gegen die Cholera. (Amtliche Erlasse.) 16 S. 8°. 1892. M. —.20

Miller, Dr. E., Die Prostitution. Ansichten und Vorschläge auf dem Gebiete des Prostitutionswesens. 1892. 114 S. gr. 8°. M. 2.—

Prausnitz, Dr. W., Zur Einführung der Schwemmkanalisation in München. Offener Brief an Prof. Alex. Müller in Berlin. 1891. gr. 8°. 18 S. M. —.60

Ripperger, A., Die Influenza. Ihre Geschichte, Epidemiologie, Aetiologie, Symptomatologie und Therapie, sowie ihre Complicationen und Nachkrankheiten. 338 S. Mit 4 Tafeln. 1892. Brosch. M. 10.—

Soxhlet, Ein verbessertes Verfahren der Milch-Sterilisirung. 8°. 24 Seiten. 1891. M. —.80

Soxhlet, Die chemischen Unterschiede zwischen Kuh- und Frauenmilch und die Mittel zu ihrer Ausgleichung. 1893. 16 S. 8°. M. —.60

Soxhlet, Prof. D. Ueber Margarine. Bericht an das General-Comité des landwirtschaftl. Vereins Bayern. 197 S. 1895. M. 2.40

Anatomie.

Arbeiten aus dem anatomischen Institute zu München. Herausgegeben von **K. v. Kupffer und N. Rüdinger.** (Münchener med. Abhandlungen VII. Reihe). 8.

Heft 1: Utschneider, A., Lendennerven der Affen und des Menschen. 1892. 32 S. Mit 1 Tafel. M. **1.**—

Heft 2: Tettenhammer, Ueber das Vorkommen offener Schlundspalten bei einem menschlichen Embryo. 34 S. Mit 12 Abbildungen. 1892. M. 1.—

Heft 3: Höfer, W., Vergleichend-anatomische Studien über die Nerven des Armes und der Hand beim Menschen und bei dem Affen. 1892. 106 S. Mit 6 Taf. M. **4.**—

Heft 4: Kupffer, K. v., Ueber die Entwickelung von Milz und Pankreas. 17 S. Mit 7 Abbildgn. 1892. M. **1.**—

Heft 5: Kupffer, K. v., Ueber das Pankreas bei Ammocoetes. 24 S. Mit 7 Abbildgn. 1893. M. **1.**—

Boegle, K., Die Entstehung und Verhütung von Fussabnormitäten. 139 S. Mit 39 Abbildungen. 1893. Broschirt. M. **4.**—

Kupffer, K. v., Studien zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte des Kopfes der Kranioten.

Lieferung 1: Entwicklung des Accipenser Sturio. Mit 10 lithogr. Tafeln. Gr. 8. 1893. Broschirt. M. **10.**—

Lieferung 2: Entwicklung des Kopfes von Ammocoetes Planeri. Mit 12 lithogr. Tafeln. Gr. 8. 1894. Broschirt. M. **10.**—

Das ganze Werk wird in zwanglosen Heften erscheinen; jährlich gelangen 1—2 Hefte zur Ausgabe.

Jedes Heft bildet für sich ein abgeschlossenes Ganzes.

Abonnements werden gerne entgegengenommen.

Plessen, J. v., und J. Rabinowicz, Die Kopfnerven von Salamandra maculata im vorgerückten Embryonalstadium. 20 S. Mit 4 colorirten Tafeln. 4. 1991. Broschirt. M. **5.**—

Schäffer, O., Untersuchungen über die normale Entwicklung der Dimensionsverhältnisse des fötalen Menschenschädels mit besonderer Berücksichtigung des Schädelgrundes und seiner Gruben. 4. 1893. 51 S. Mit 50 Abbildungen und Tabellen. Broschirt. M. **7.**—

Dr. A. Schmitt, Die Fascienscheiden und ihre Beziehungen zu Senkungsabscessen. 122 S. 8. 2 Tafeln. M. **4.**—

Chirurgie.

Arbeiten aus der chirurgischen Klinik zu München. Herausg. von O. Angerer. (Münchener medicin. Abhandlungen III. Reihe).

Heft 1: Weidenmüller, O., Zur Behandlung local. tuberc. Affectionen mit Jodoform-Injection. 1891. 34 S. M. **1.**—

Heft 2: Port, K., Ueber die Wirkung des Tuberculinum Kochi bei Lupus. 1892. 41 S. Mit 1 graph. Tafel. M. **1.**—

Boegle, C., Die Entstehung und Verhütung der Fuss-Abnormitäten auf Grund einer neuen Auffassung des Baues und der ... des normalen Fusses. 1893. M. **4.**—

Fes... neke. M. **5.**— ... rprüf- ... igkeit ... Mobili- ... e Be- ... fieren. ... d der ... s und ... Wasser ... orene ...). — ... mid, ... nhalt

Gr... mit ... - und ... [illegible] ... eiten. Mit 5 Abbildungen. 1893. M. **4.50**

Halbeis, J., Die adenoïden Vegetationen des Nasenrachenraumes bei Kindern und Erwachsenen und ihre Behandlung. 53 S. Mit 1 Abbildung. 8°. 1892. M. **2.**—

Hoffa, Dr., Albert, Mittheilungen aus der chirurgisch-orthopädischen Privatklinik des Dr. A. Hoffa. Würzburg 1894. gr. 8°. 121 S. Mit Abbildungen. M. **3.**—

Lingenfelder, J., 70 Arthrectomien des Kniegelenks. 1892. Broschirt M. **2.**—

Rotter, Dr. E., Die Knöchelbrüche. 28 S. Mit 2 Abbildungen. 1892. M. **1.**—

Seydel Die erste Hilfe bei Unglücksfällen in den Bergen. Mit 6 Abbildungen 12°. 1893. 2. Aufl. Cartonnirt M. —**.50.**



